

ABSTRAKSI

Proses perencanaan memerlukan waktu yang lama karena banyaknya data yang harus diolah untuk mendapatkan hasil yang optimal. Komputer dengan perangkat lunak yang tepat dapat mempercepat proses perencanaan. Keuntungan lain dari penggunaan komputer adalah dapat diperoleh hasil yang akurat dan konsisten. Untuk proses perencanaan dengan menggunakan komputer ada dua metode yaitu metode variant dan metode generative.

Dalam makalah ini dibahas masalah CAPP dengan metode variant yang merupakan salah satu alternatif untuk mempercepat proses perencanaan. Untuk pembuatan program digunakan perangkat lunak Dbase III plus compiler.

Sebagai hasil penggunaan CAPP metode variant diperoleh standart plan dan operasi proses untuk pembuatan komponen. Dengan menggunakan CAPP metode variant maka waktu perencanaan dapat dikurangi sebab untuk komponen yang sering dibuat, standart plan serta operasi proses telah tersimpan. Sedang untuk komponen yang baru tinggal mencocokkan kesamaan proses untuk komponen tersebut dengan komponen yang memiliki kemiripan yang telah disimpan dalam data base, dan selanjutnya tinggal menambah, mengurangi atau menghapus standart plan atau operasi plan sesuai dengan keperluan manufactur.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Pengertian Proses Planning

Proses planning adalah sekelompok instruksi yang menggambarkan bagaimana proses pembuatan suatu komponen. Kumpulan intruksi tersebut berupa urutan operasi, mesin, pahat potong, material, toleransi, parameter pemotongan, proses tertentu (misalnya : proses laku panas), jigs, fixture, waktu standart, ukuran dan pengawasan mutu. Pandangan tersebut menunjukkan bahwa proses planning dapat menjadi sangat kompleks dan membutuhkan waktu yang banyak untuk mengolah data yang banyak. Banyak tenaga ahli diperlukan untuk menyelesaikan proses planning tersebut, karena tidak ada seorang tenaga ahli yang menguasai keseluruhan proses. Hal ini menunjukkan bahwa proses planning adalah bagian yang kritis dalam pembuatan komponen untuk mendapatkan hasil yang tepat dan ekonomis.

Proses planning kurang mendapat perhatian hingga akhir tahun 1970. Secara umum, proses planning telah dipakai ratusan tahun, Semenjak seseorang hendak merencanakan untuk membuat sesuatu. Tetapi revolusi industri membantu perkembangan kebutuhan rumusan proses planning didalam lingkungan manufactur. Proses plan dirasakan tidak diperlukan bila komponen yang dibuat masih

sederhana dan dibuat dalam jumlah yang sedikit. Bila jumlah komponen dan tingkat kesulitan bertambah, maka diperlukan proses plan. Namun semenjak tahun 1970 arti penting dari proses plan telah disadari untuk pembuatan komponen. Akibatnya pekerjaan didalam proses menjadi lebih sedikit.

Saat ini, keadaan manufactur penuh dengan persaingan dan sangat kompleks. Keadaan kompleks ini ditandai dengan makin rumitnya komponen, dari teknologi pemesinan dapat dipilih berbagai macam cara pembuatan komponen, pembuatan komponen yang sedikit membutuhkan waktu setup yang lebih lama atau mengakibatkan operator mesin harus lebih sering mempelajari proses, ditambah peraturan pemerintah yang mengharuskan proses dokumentasi dari proses plan tersebut, tipe material yang bermacam-macam sehingga diperlukan pahat yang khusus atau proses yang khusus, kurangnya ketrampilan dari operator mesin. Faktor tersebut masih dikombinasikan dengan usaha pengurangan biaya produksi yang ditekankan pada proses planning. Hal ini menunjukkan bahwa penghematan dapat diperoleh dengan otomatisasi pada penyiapan proses planning. Akibatnya proses planning perlu mendapat perhatian khusus.

Hasil apa yang akan diperoleh kalau produktivitas proses planning mengalami perbaikan :

1. Lebih banyak waktu dapat digunakan untuk memperbaiki metode dan mengurangi biaya aktivitas.
2. Routing dapat dioptimasi secara konsisten.
3. Instruksi pembuatan dapat menjadi lebih mendetail.
4. Waktu tunggu pra produksi dapat dikurangi.
5. Tanggung jawab untuk perubahan rekayasa dapat menjadi bertambah.

Usaha untuk otomatisasi proses planning dilakukan dengan cara membuat program dengan bantuan komputer untuk menghasilkan laporan, penyimpanan dan dapat memperoleh kembali proses yang telah disimpan dari perencanaan. dan dapat ditampilkan bila diperlukan. Dengan bantuan data base hasil perencanaan dapat disimpan. Seorang perencana proses tinggal memasukkan kode untuk mendapatkan detail dari standart plan atau proses plan. Kode yang dimasukkan dapat berdasarkan nomor komponen, nama komponen, atau identitas proyek.

Perencanaan dengan Computer Aided Process Planning dimaksudkan untuk memudahkan seorang perencana proses dalam pembuatan proses planning. Computer Aided Process Planning dapat mengurangi beberapa keputusan yang diperlukan selama proses planning. Dalam hal ini diperoleh keuntungan :

1. Dapat mengurangi keahlian yang dibutuhkan dari seorang perencana proses.

2. Dapat mengurangi waktu proses planning.
3. Dapat mengurangi biaya proses planning dan manufactur.
4. Dapat menghasilkan ketelitian yang lebih baik pada proses planning.
5. Dapat meningkatkan produktifitas.

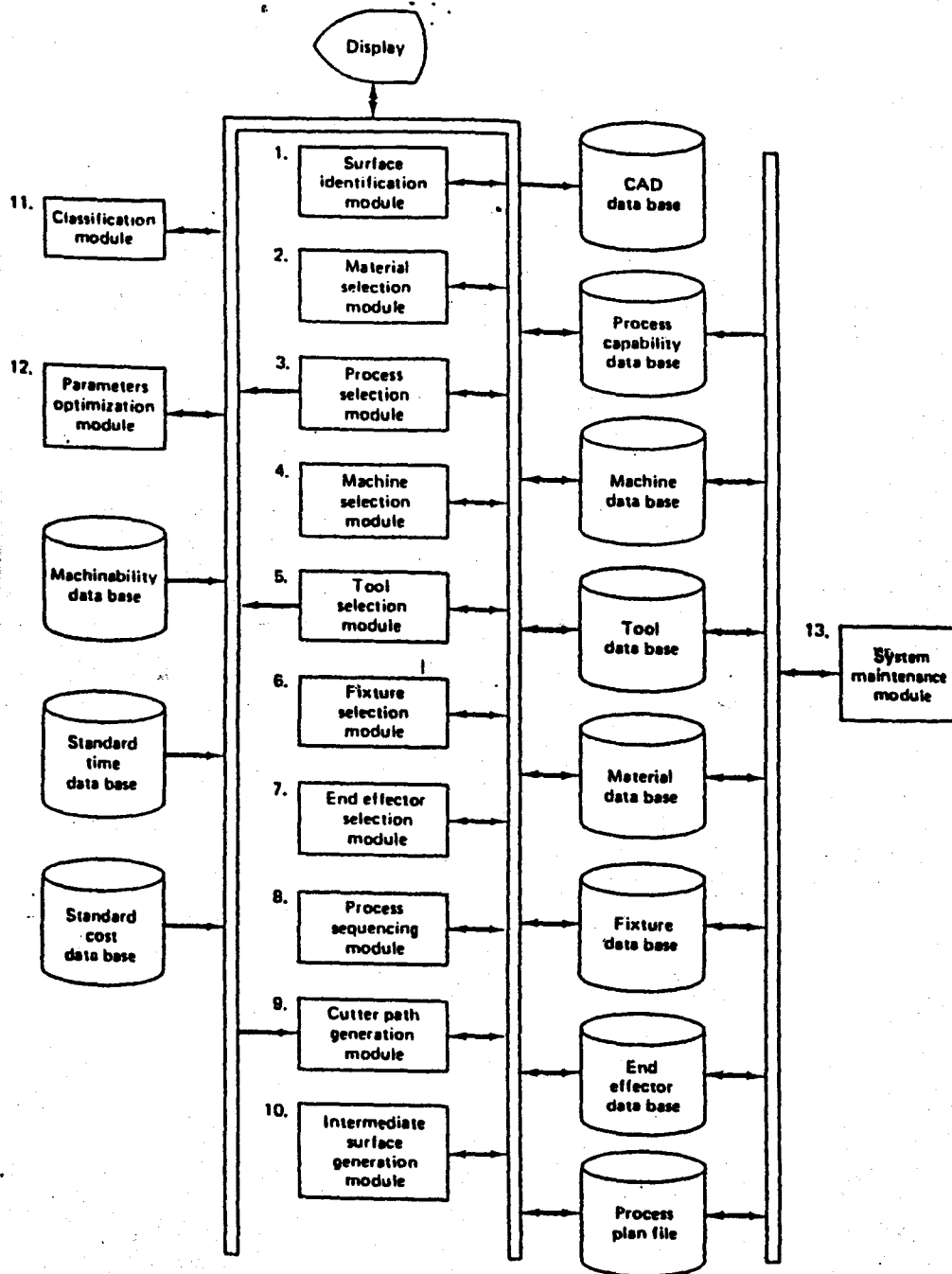
Pendekatan untuk Computer Aided Process Planing ada dua yaitu variant dan generative.

Metode variant menggunakan data base yang menghasilkan cara untuk mendapatkan standart proses plan yang sama untuk komponen yang sama. Standart proses plan adalah diciptakan secara manual oleh seorang perencana proses

Metode generative didalam penerapannya menggunakan kemajuan teknologi yaitu memanfaatkan kecerdasan buatan untuk membaca dan memilih serta menentukan proses plan yang diperlukan. Proses plan dihasilkan secara otomatis untuk kode komponen yang diberikan tanpa berpatokan pada plan yang ada.

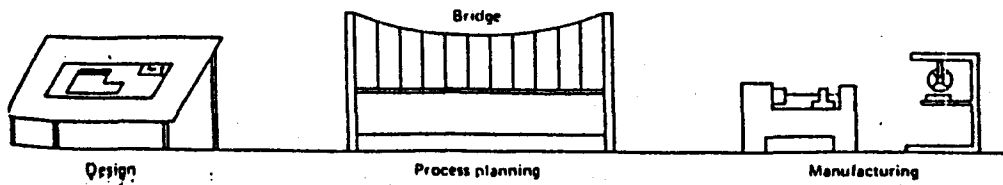
Gambar 2.1 menggambarkan struktur dari sistem Computer Aided Process Planning secara lengkap, tetapi belum ada sistem yang mencakup keseluruhan proses yang ditunjukkan dalam gambar. Hal ini menunjukkan adanya ketergantungan dari keseluruhan sistem proses planning.

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa proses planning merupakan jembatan penghubung antara desain dan



Gambar 2.1 Module proses planning dan data base.
(Chang 1983)

manufactur. Penjabaran informasi dari desain dilaksanakan melalui proses planning untuk dapat dilaksanakan bagian manufactur.



Gambar 2.2 Proses planning merupakan jembatan penghubung antara desain dan manufactur.

2.2. Proses Planning Metode Variant

Langkah pertama metode variant adalah menyiapkan sekelompok dari standart proses plan. Standart proses plan berisi urutan proses yang diperlukan untuk pembuatan suatu komponen yang dapat dikelompokkan didalam suatu grup. Grup tersebut dapat diidentifikasi berdasar pada prinsip grup teknologi, melalui cara pengelompokan yang tepat dan kemudian dapat dikodekan. Standart proses plan ini selanjutnya dimasukkan dan disimpan dalam memory komputer. Standart proses plan tersebut dapat ditampilkan kembali dan diedit dengan memasukkan kode yang berdasarkan grup teknologi tersebut. Bila ada komponen baru yang harus dibuat di dalam manufactur, seorang perencana proses tinggal menghubungkan kepada kelompok yang tepat. Kemudian standart plan yang diperoleh dapat diedit dan dimodifikasi

dengan penghapusan atau penambahan dari beberapa operasi yang diberikan. Komputer dipakai dalam analisa awal dan perhitungan yang diperlukan untuk membuat standart proses plan. Tetapi selama pelaksanaan dari computer aided process planning dengan metode variant, kemampuan dari komputer dibatasi oleh kecanggihannya dari program dan data base yang diberikan.

Selanjutnya masalah utama dengan CAPP metode variant akan terjadi pada banyaknya pekerjaan awal yang dibutuhkan untuk membuat grup dari standart proses plan, yang mana dapat meliputi ratusan proses plan. Penambahan dalam standart proses plan dibutuhkan untuk perbaikan dan perubahan setiap waktu dan selanjutnya dibawa pada perbaikan dan perubahan setiap waktu dan selanjutnya dibawa pada perubahan dalam kebutuhan produksi atau parameter.

2.3 Proses Planning Metode Generative

Dalam pendekatan Generative, komputer digunakan untuk mensintesa tiap individual plan secara otomatis dan tanpa keterangan proses plan mana yang harus dikerjakan terlebih dahulu. Peran yang dilakukan seorang perencana proses dalam menjalankan sistem ini adalah sedikit dan cukup memasukkan kode dari grup teknologi dari desain part dan memonitor pelaksanaan dari fungsi. Komputer akan

menyatakan urutan dari operasi dan harga parameter manufactur. Selanjutnya komputer berperan untuk memilih proses dan mesin untuk menyatakan aliran dari operasi dan parameter pembuatan dan akhirnya menjumlah semuanya kedalam proses plan yang optimum.

Kemampuan yang diterangkan diatas memberikan daya tarik masa depan bagi metode generative. Kendala yang dihadapi adalah keputusan logic untuk tiap perusahaan sering bermacam pilihan. Berdasar masalah diatas, sangat sulit untuk membuat sistem generative yang sesungguhnya,

2.4. Proses Membubut

Elemen dasar dari proses membubut dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar 2.3. Kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut :

Benda kerja ; d_o = diameter mula ; mm

d_m = diameter akhir ; mm

l_t = panjang pemesinan ; mm

Pahat ; α = sudut potong utama ; °

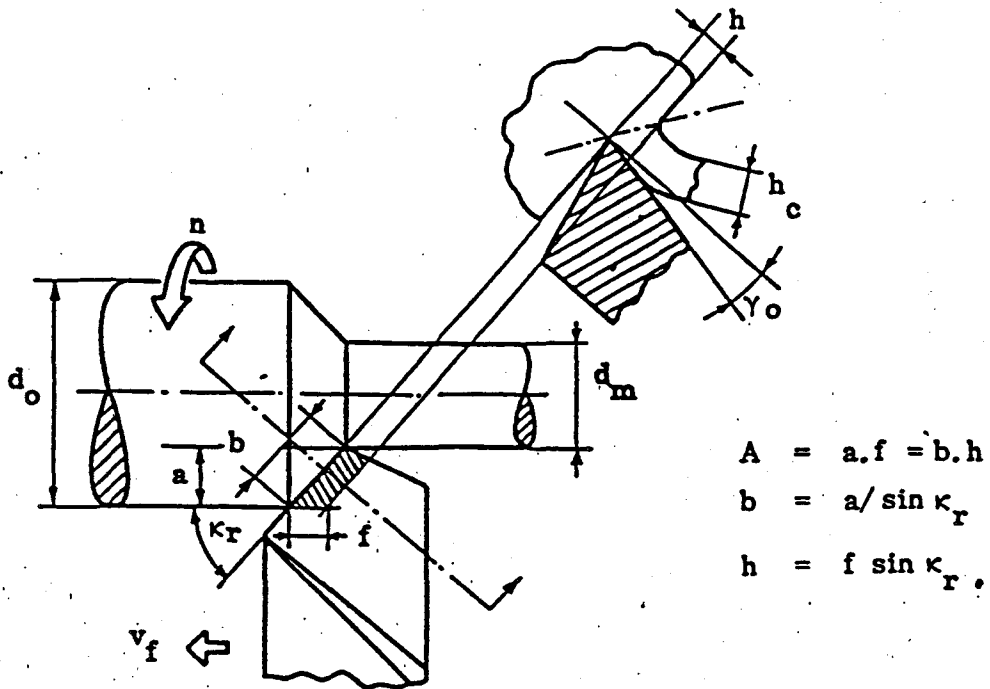
γ_o = sudut geram ; °

Mesin Bubut ; a = kedalaman potong

$$= (d_o - d_m) / 2 ; \text{mm} \dots\dots\dots(2.1)$$

f = gerak makan ; mm/r

n = putaran poros utama (r/min)



$$A = a \cdot f = b \cdot h$$

$$b = a / \sin \kappa_r$$

$$h = f \sin \kappa_r$$

Gambar 2.3 Proses Membubut

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus - rumus berikut :

1. Kecepatan potong : $v = \frac{\pi d n}{1000}$; m/min(2.2)

dimana, d = diameter rata - rata

$$= (d_o + d_m) / 2 ; \text{ mm } \dots (2.3)$$

2. Kecepatan makan : $v_f = f n$; mm/min(2.4)

3. Waktu pemotongan : $t_c = l_t / v_f$; min(2.5)

4. Kecepatan penghasilan geram :

$$Z = A v$$

dimana, A = Penampang geram sebelum terpotong

$$A = f a ; \text{ mm}^2 \dots \dots \dots (2.6)$$

maka : $Z = f a v ; \text{ cm}^3 / \text{ min } \dots \dots \dots (2.7)$

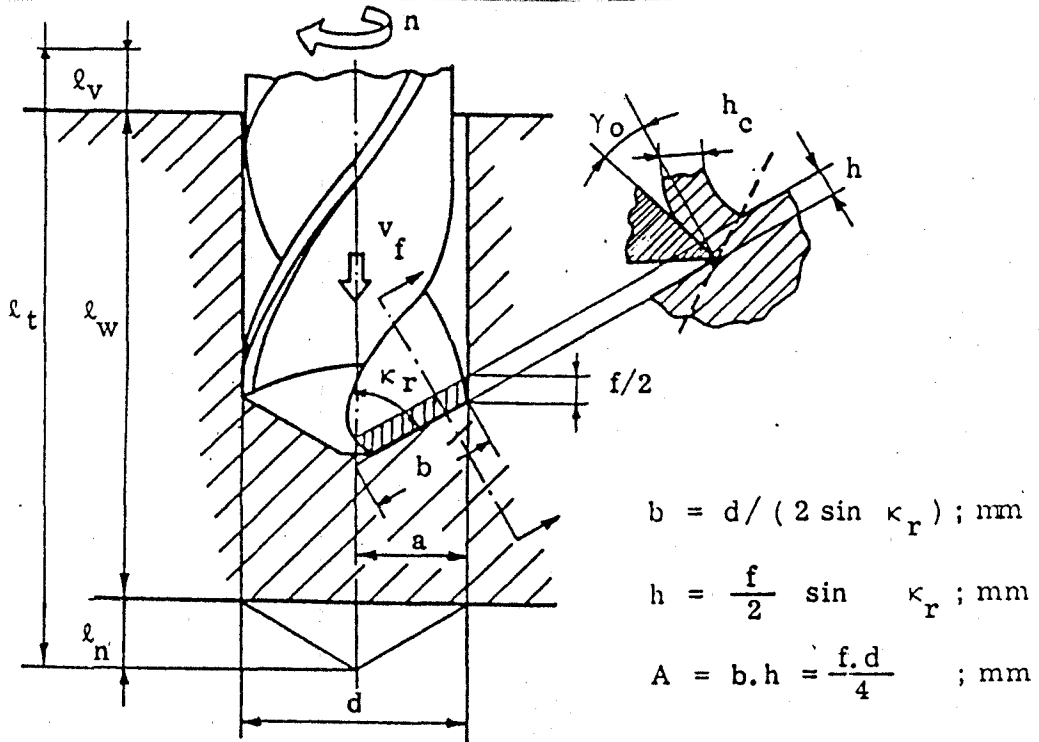
5. Gaya potong : $F_v = k_s \cdot f \cdot a \dots\dots\dots (2.8)$

dimana, k_s = gaya potong spesifik ; N/mm^2

6. Daya potong : $N_c = \frac{F_v \cdot v}{60.000} ; kW \dots\dots\dots (2.9)$

2.5. Proses Menggurdi

Elemen Dasar dari proses menggurdi dapat diketahui atau dihitung dengan memperhatikan gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Proses menggurdi

Dari gambar 2.4 dapat diturunkan rumus untuk beberapa elemen dari proses menggurdi.

Benda kerja : l_w = panjang pemotongan benda kerja ; mm

l_v = langkah pengawalan ; mm

l_n = langkah pengakhiran ; mm

Pahat : d = Diameter gurdi ; mm

kr = sudut potong utama ; derajat

= 1/2 sudut potong ujung (point angle)

$$b = \frac{d}{2 \sin kr} ; \text{ mm}$$

$$h = f/2 \sin kr ; \text{ mm}$$

$$A = b \cdot h ; \text{ mm}$$

Mesin gurdi : n = putaran poros utama ; r/min

vf = kecepatan makan ; mm/min

Elemen dari proses menggurdi :

1. Kecepatan potong : $v = \frac{\pi d n}{1000} ; \text{ mm/min} \dots\dots\dots(2.10)$

2. Gerak makan : $f = vf/n ; \text{ mm/r} \dots\dots\dots(2.11)$

3. Kedalaman potong : $a = d/2 ; \text{ mm} \dots\dots\dots(2.12)$

4. Waktu pemotongan : $t_c = l_t/vf ; \text{ min} \dots\dots\dots(2.13)$

dimana $l_t = l_v + l_w + l_n ; \text{ mm}$

$$l_n \geq (d/2)/\tan kr$$

5. kecepatan penghasiian geram :

$$Z = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{vf}{1000} ; \text{ cm}^3 / \text{ min} \dots\dots\dots(2.14)$$

5. Daya potong :

$$N_c = \frac{M_t 2 \pi n}{60.000.000} ; \text{ kW} \dots\dots\dots(2.15)$$

6. Momen puntir :

$$M_t = C_1 d^x f^y ; \text{ N.mm} \dots\dots\dots(2.16)$$

7. Gaya tekan :

$$F_z = C_2 d^m f^n ; \text{ N} \dots\dots\dots(2.17)$$

C_1, C_2 = konstanta yang harganya dipengaruhi oleh jenis

benda kerja dan pemakaian cairan pendingin, kecepatan potong tidak berpengaruh dan hanya berlaku untuk gurdi dengan geometri tertentu.

x, y, m, n = pangkat untuk diameter dan gerak makan dalam rumus kolerasi momen dan gaya.

Tabel 2.1 Data Pemesinan untuk proses mengurdi

Benda kerja (SAE - DIN)	Untuk Momen Puntir					Untuk Gaya Tekan		
	C_1^*	x	y	$k_{d1.1}^{**}$	$k_{d5.1}^{***}$	C_2^*	m	n
<u>Baja</u>								
(1020 - C 22)	536	1,8	0,78	4288	3259	575	1	0,78
(1035 - C 35) ✓	620	1,8	0,78	4960	3770	605	1	0,78
(1112 - 9S20)	410	1,8	0,78	3280	2493	-	-	-
(3150 -)	745	1,8	0,78	5960	4530	720	1	0,78
Besi Tuang :	300	1,7	0,60	2400	1602	376	1	0,60
Kuningan :	115	1,9	0,73	920	817	187	1	0,60
Aluminium :	131	1,9	0,83	1048	920	200	1,2	1,1

2.6. Proses Mengfreis

Elemen dasar pada proses mengfreis dapat ditentukan dengan memperhatikan gambar 2.5 . Dalam hal ini rumus yang digunakan berlaku bagi kedua cara mengfreis, mengfreis tegak atau mengfreis datar.

Benda kerja ; w = lebar pemotongan benda kerja ; mm

lw = panjang pemotongan ; mm

a = kedalaman potong ; mm

Pahat freis ; d = diameter luar ; mm

z = jumlah gigi ; buah.

kr = sudut potong utama ; °
 = 90° untuk pahat freis selubung.

Mesin freis n = putaran poros utama ; r/min

vf = kecepatan makan ; mm/min

Elemen dasar proses mengfreis sebagai berikut :

1. Kecepatan potong : $v = \frac{\pi d n}{1000}$; m/min(2.18)

2. Gerak makan pergigi : $fz = vf/(z.n)$; mm/gigi (2.19)

3. Waktu pemotongan : $tc = lt/vf$; min(2.20)

dimana : $lt = lv + lw + ln$

$lv \geq \sqrt{a(d-a)}$; untuk mengfreis datar.

≥ 0 ; untuk mengfreis tegak.

$ln \geq 0$; untuk mengfreis datar.

$= d/2$; untuk mengfreis tegak.

4. Kecepatan penghasilan geram :

$Z = \frac{vf.a.w}{1000}$; cm³/min(2.21)

5. Gaya potong tangensial total maksimum :

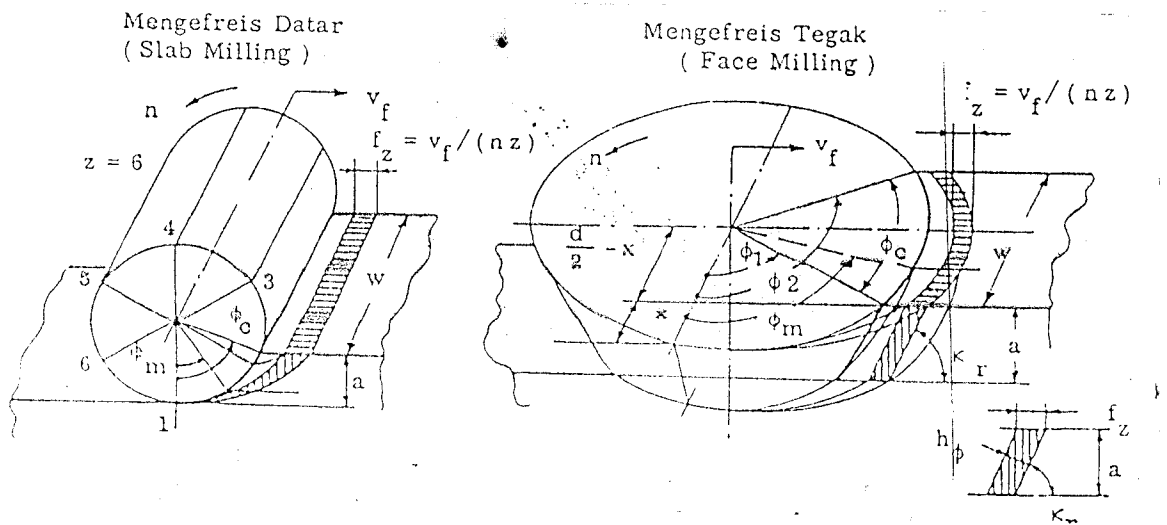
$F_{tmak} = K_{s11} \cdot h_{maks}^{-p} \cdot A_{maks}$; N(2.22)

dimana : K_{s11} : Gaya potong spesifik referensi; N/mm²

p : Pangkat tebal geram rata - rata
 dipengaruhi oleh material benda
 dan kecepatan potong.

6. Daya potong : $N_c = \frac{Ft \cdot v}{60.000}$; kW(2.23)

Ft : Gaya tangensial.



Gambar 2.5 Proses mengefreis datar dan tegak.

2.7. Rumus Umur Pahat

Umur pahat dapat didefinisikan sebagai suatu periode dimana pahat melakukan pemotongan secara efisien, karena tidak diinginkan untuk mengganti tool yang dipakai sebelum diperlukan. Berbagai kriteria kuantitatif telah dianjurkan untuk menentukan batas maksimum yang diijinkan bagi keausan pahat, yang mana nantinya untuk menentukan umur pahat.

Banyak faktor dapat dipertimbangkan yang mempengaruhi umur pahat, seperti misalnya struktur mikro dari material benda kerja, kecepatan penghasilan geram, kekakuan susunan dan digunakannya cairan pendingin atau tidak.

Salah satu cara terbaik untuk menunjukkan pengaruh pada umur pahat yang berubah pada kecepatan potong adalah

dengan menghitung kombinasi yang bervariasi menurut persamaan Taylor yaitu : $V T^n = C_T$ (2.24)

Dimana : V = kecepatan potong ; m/min

T = umur pahat ; menit

n = pangkat umur pahat

C_T = konstanta Taylor

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa harga eksponen n merupakan harga spesifik bagi suatu kombinasi pahat dengan benda kerja. Demikian pula halnya dengan konstanta C_T dimana selain geometri pahat (α , γ , λ , dan k) dan kombinasi benda kerja, maka kondisi pemotongan dan batasan keausan maksimum yang diperbolehkan sangat mempengaruhi harga C_T . Secara umum harga C_T adalah :

$$C_T = \frac{C_T V B VB^m}{h^p b^q} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

VB = keausan tepi yang dianggap sebagai batas saat berakhirnya umur pahat; mm. VB ini tergantung dari keuletan (toughness) pahat dan benda kerja serta berat ringannya kondisi pemotongan, harga batas keausan tersebut dapat dipilih dari 0,3 - 1 mm, demi menghindari kerusakan fatal.

m = pangkat untuk batas keausan, harga ini tergantung dari kualitas pahat serta jenis dan kondisi benda kerja.

= 0,4 - 0,5 (rata - rata 0,45)

C_{TVB} = Kecepatan potong ekstrapolatif (m/min), yang secara teoritis akan menghasilkan umur pahat sebesar 1 menit, untuk $VB = 1$ mm, $h = 1$ mm dan $b = 1$ mm. Merupakan harga spesifik bagi kombinasi suatu jenis pahat dan benda kerja. Dipengaruhi oleh geometri pahat terutama sudut potong utama efektif kre. Kekakuan sistem pemotongan, gaya pemotongan dan kondisi benda sangat berpengaruh. Penggunaan cairan pendingin yang tepat dapat menaikkan harga C_{TVB}

h = tebal geram sebelum terpotong ; mm

p = pangkat untuk tebal geram sebelum terpotong.

Tergantung pada jenis dan kualitas pahat.

Harga rata - rata pangkat p kurang lebih sebagai berikut

Tabel 2.2 Pangkat tebal geram sebelum terpotong.

Karbida					HSS
Keramik	P01 - P20	P30 - P40	M10 - K01	M30	
0,12	0,26	0,35	0,15	0,2	0,40

b = lebar pemotongan ; mm

q = pangkat dari lebar pemotongan.

= 0,05 - 0,13 (dapat diabaikan).

Apabila harga konstanta seperti diatas tidak diketahui, maka untuk mencari umur pahat dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{V}{V_r} = \left(\frac{t_r}{t} \right)^n \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana : v = kecepatan potong (m/detik)

v_r = kecepatan potong untuk umur pahat selama 60 detik

t_r = pengukuran umur pahat pada harga kecepatan potong sebesar v_r

n = konstanta umur pahat

= 0,125 - 0,2 untuk jenis HSS

= 0,25 - 0,3 untuk jenis karbida

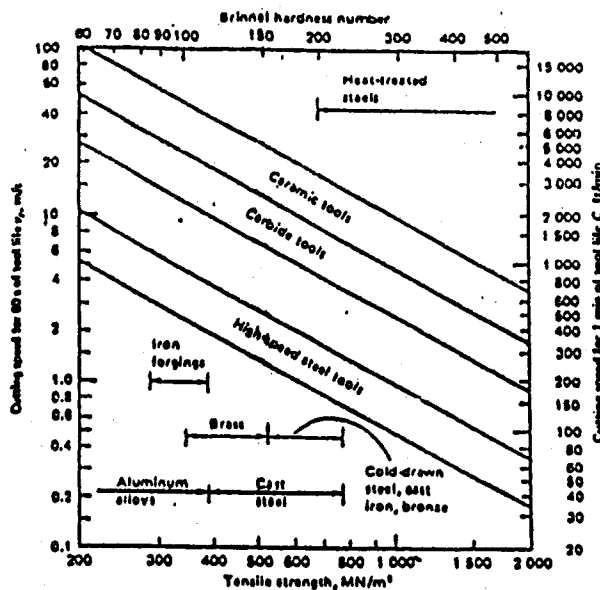
Dari persamaan 2.19 dapat diketahui bahwa umur pahat yaitu : $t = t_r \left(\frac{v_r}{v} \right)^{1/n}$; detik.....(2.27)

Untuk mencari harga v_r pada kondisi t_r dapat dilihat pada gambar berikut :

2. 8. Komponen Waktu Pemesinan

Waktu pemesinan merupakan waktu yang dipergunakan untuk menyelesaikan suatu produk. Adapun waktu pemesinan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

1. Komponen waktu yang dipengaruhi oleh variabel proses.
2. Komponen waktu bebas.



Gambar 2.6 Harga pendekatan untuk V_r pada $t_r = 60$ detik.

2.7.1 Komponen Waktu yang dipengaruhi Variabel proses

Komponen waktu yang dipengaruhi variabel proses meliputi :

$$t_c = \frac{lt}{vf} = \frac{lt}{n \cdot f} \dots\dots\dots (2.28)$$

dimana : lt = panjang pemesinan ; mm

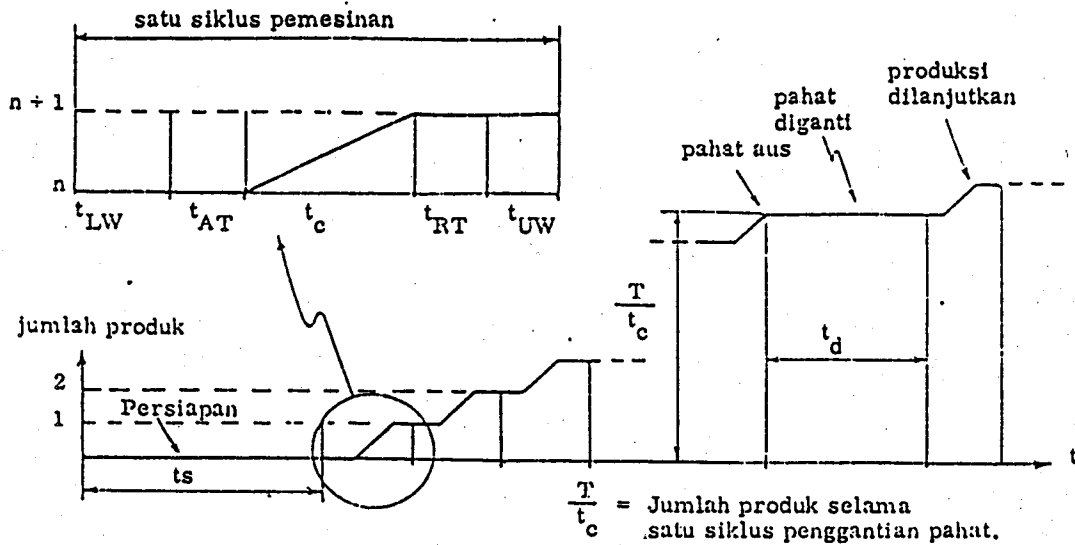
vf = kecepatan makan ; mm/menit

$$t_d = \frac{t_c}{T} ; \text{min/produk}$$

= waktu pengantian pahat yang dibagi rata untuk sejumlah produk yang dihasilkan sejak pahat yang baru dipasang sampai pahat tersebut harus diganti karena telah aus.

dimana : t_d = waktu pengantian/pemasangan pahat ; menit

T = umur pahat ; menit



Gambar 2.7 Komponen waktu untuk mengerjakan produk (untuk setiap langkah proses).

$\frac{t_c}{T}$ = bagian dari umur pahat yang digunakan untuk satu produk (harus diusahakan < 1)

2.7.2 Komponen waktu bebas

Komponen waktu bebas terdiri dari :

$$t_a = t_{LW} + t_{AT} + t_{RT} + t_{UW} + \frac{t_s}{n1} ; \text{ menit/produk}$$

dimana : t_a = waktu bebas

t_{LW} = waktu pemasangan benda kerja

t_{AT} = waktu penyiapan

t_{RT} = waktu pengakhiran

t_{UW} = waktu pengambilan benda kerja

$\frac{t_s}{n1}$ = bagian dari waktu penyiapan mesin beserta perlengkapannya yang dibagi rata untuk sejumlah produk yang akan direncanakan

dibuat saat itu

Dari persamaan 2.21 - 2.23 maka didapat waktu pemesinan perproduk rata - rata yaitu :

$$t_m = t_a + t_c + t_d \frac{t_c}{T} ; \text{ menit/produk ..(2.29)}$$

Waktu pemesinan dalam persamaan 2.29 dapat diperkecil untuk menaikkan produktivitas dengan jalan :

1. Memperkecil waktu non produktif (t_a)

Waktu non produktif mungkin masih dapat diperkecil dengan menggunakan fixture untuk mempermudah dan mempercepat pemasangan dan pengambilan benda kerja, mempercepat t_{AT} dan t_{RT} serta menaikkan jumlah produksi.

Untuk produksi yang sudah berjalan dilakukan dengan pengamatan langsung (Time and motion study) sehingga dapat diketahui harga rata - rata dan kalau memungkinkan diadakan perbaikan rencana kerja.

2. Menurunkan waktu pemotongan (t_c)

Waktu pemotongan dapat diturunkan dengan jalan menaikkan harga kecepatan makan (v_f) yaitu memperbesar gerak makan (f) dan menaikkan putaran spindel. Pembesaran gerak makan akan mengakibatkan naiknya gaya potong dan kekasaran benda kerja, sedangkan naikkan putaran spindel akan menaikkan daya potong. Apabila hal ini dimungkink an juga harus dipertimbangkan terhadap pengaruh penurunan umur pahat. Karena semakin besar harga yang dipilih umur pahat akan semakin berkurang dan pengantian pahat makin sering

dilakukan. Akibatnya pada kondisi tertentu produktivitas tidak mungkin dinaikkan lagi tetapi justru akan menurun. Juga perlu diperhatikan apabila semakin sering pahat diganti maka ongkos pemakaian pahat akan semakin tinggi yang berakibat terhadap kenaikan ongkos produksi.

3. Memperkecil cara pengantian pahat.

Untuk memperkecil waktu penggantian pahat hendaknya disediakan pahat cadangan, atau kalau memungkinkan dalam industri pemesinan terdapat bagian yang mengurus pahat, yang bertugas menyimpan, mengasah dan mempersiapkan pahat untuk proses pemesinan.

BAB III

PEMBAHASAN

Sistem proses planning metode variant dilaksanakan dengan menggunakan persamaan komponen untuk mendapatkan kembali proses planning yang telah ada. Proses plan yang digunakan oleh keluarga komponen yang sejenis dinamakan standart plan. Standart plan disimpan secara permanen dalam data base dengan kode komponen sebagai kode. Standart plan sedikitnya harus berisi langkah pembuatan atau operasi. Ketika standart plan dihasilkan, modifikasi masih diperlukan untuk komponen baru.

Secara umum, sistem proses planning metode variant memiliki dua tahap operasi yaitu :

1. Tahap persiapan
2. Tahap pemakaian

3.1. Tahap Persiapan

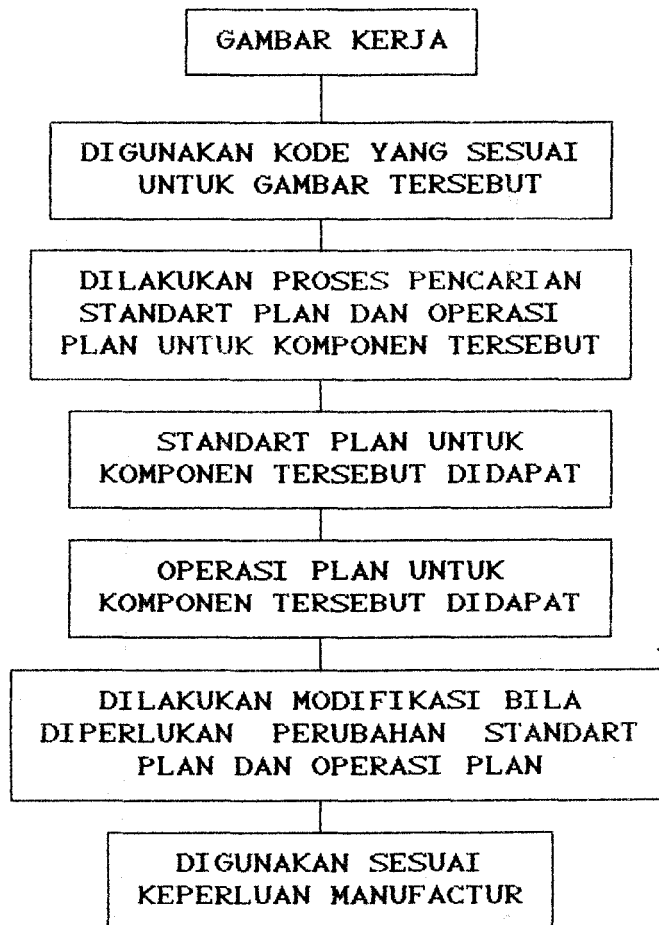
Tahap persiapan dibutuhkan ketika perusahaan pertama kali mulai melaksanakan metode variant. Selama tahap persiapan, komponen yang ada dikodekan, digolongkan, dan sesudah itu dikelompokkan dalam jenis keluarga. Langkah pertama adalah memilih sistem pengkodean yang tepat. Sistem pengkodean harus meliputi segala jenis komponen yang diproduksi di perusahaan. Pengkodean itu

TAHAP PERSIAPAN



Gambar 3.1 Tahap persiapan dalam CAPP metode variant

TAHAP PEMAKAIAN



3.2 Tahap pemakaian dalam CAPP metode variant

harus jelas dan mudah dimengerti. Keistiwanaan yang khusus adalah bahwa komponen harus dengan mudah dapat diidentifikasi dengan sistem kode. Sistem kode yang ada dapat diadopsi dan kemudian dapat dimodifikasi untuk perusahaan yang tertentu. Pengkodean komponen yang ada dapat menjadi tugas yang membosankan. Sebelum pengkodean dapat dikerjakan, melalui studi inventori dari gambar design dan proses plan dapat ditentukan kode untuk komponen tersebut. Petugas yang melaksanakan pengkodean harus terlatih. Mereka harus memiliki pengertian yang tepat dari sistem pengkodean. Mereka harus menghasilkan kode identifikasi untuk komponen yang sama ketika mereka bekerja sendiri. Kode yang tidak konsisten dari komponen akan menghasilkan halangan dan kesalahan data dalam data base.

Setelah pengkodean lengkap, kode komponen dapat dibentuk. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan standart proses plan untuk kode komponen tersebut. Dengan meringkas proses plan, sekelompok dari standart operasi plan (OP plan) dapat diidentifikasi. Operasi plan berisi aliran operasi manufactur dimana bentuk normalnya bersama didalam statiuon kerja. Untuk pengenalan, Operasi kode, ditandai untuk tiap operasi plan. Standart plan disimpan dalam data base dan diindex dengan kode komponen. Dalam banyak sistem, proses plan secara sendiri juga dapat disimpan

dalam data base, tetapi hanya plan untuk produksi yang sering yang disimpan. Tahap persiapan adalah proses yang banyak memerlukan tenaga, karena diperlukan waktu untuk memasukkan standart plan dan operasi plan dalam data base komputer. Usaha yang dilakukan untuk perusahaan A hanya dapat digunakan untuk perusahaan A. Struktur sistem dan perangkat lunak dapat dipakai untuk perusahaan yang lain tetapi data base harus disiapkan secara khusus untuk tiap perusahaan. Untuk lebih jelas tentang proses tahap persiapan dapat dilihat pada gambar 3.1.

3.2. Tahap Pemakaian

Tahap pemakaian terjadi ketika sistem siap untuk digunakan. Untuk komponen yang baru, dilakukan pencocokkan dengan kode komponen yang sesuai dengan persamaan desain dan proses pemesinan yang dimiliki oleh komponen baru tersebut. Kode yang sesuai dimasukkan untuk proses pencarian data base yang telah disimpan, kemudian akan diperoleh standart plan dan operasi plan. Perencana dapat melakukan modifikasi untuk membetulkan standart plan dan operasi plan.

Untuk komponen yang sering diproduksi, proses pencarian dapat dilaksanakan dengan langsung mencocokkan kode. Dalam kasus ini proses plan untuk komponen yang ada dapat langsung dihasilkan. Gambar 3.2 menunjukkan aliran tahap produksi.

3.3. Cara Pengkodean

Dalam sistem proses planning dengan metode variant, sistem pengkodean berperan penting dalam klasifikasi komponen. Dengan sistem pengkodean dapat diketahui kekhususan bentuk, proses manufakturnya, serta jenis bahan yang digunakan. Komponen yang memiliki kode yang sama dapat dikelompokkan dalam satu keluarga.

Sistem pengkodean Opitz dapat digunakan untuk menyatakan kode suatu komponen.

Sistem pengkodean Opitz dibuat oleh H. Opitz dari Universitas Teknologi Aachen di Jerman Barat, dan sistem pengkodean ini dianggap cukup baik.

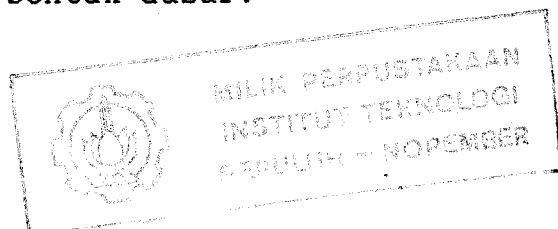
Sistem pengkodean Opitz berisi kode geometri dan kode pelengkap. Kode geometri berisi antara lain : bentuk-bentuk melingkar, datar, panjang dan kubik. Perbandingan dimensi banyak digunakan untuk mengelompokkan geometri.

Perbandingan panjang dengan diameter digunakan untuk mengklasifikasikan komponen dengan bentuk selinder. Sedangkan perbandingan panjang dengan lebar dan perbandingan panjang dengan tinggi digunakan untuk komponen yang tidak berbentuk selinder.

Kode geometrik Opitz menggunakan lima angka sebagai kode, yaitu :

Kode 1. Menyatakan kelas komponen.

Kode 2. Menyatakan bentuk dasar.



Kode 3. Menyatakan pemesinan permukaan melingkar.

Kode 4. Menyatakan permukaan bidang pengerjaan.

Kode 5. Menyatakan keterangan untuk lubang, roda gigi, dan proses pembentukkan.

Bentuk utama, pelengkap serta bentuk keterangan dapat disajikan dengan menggunakan lima kode geometrik tersebut.

Kode tambahan berisi empat angka yang biasanya ditambahkan pada kode Opitz. Kode pertama menyatakan dimensi utama, (selain diameter atau panjang tepi). Pendekatan ukuran komponen dapat juga dinyatakan dengan menggunakan ratio dimensi yang dispesifikasikan dalam geometri. Ukuran dimensi dapat dispesifikasikan antara 20 mm sampai 2000 mm. Dimensi kurang dari 20 mm dan lebih besar dari 2000 mm disajikan dengan kode 0 atau 9.

Type material, bentuk bahan baku, serta ketelitian disajikan oleh angka ke 2, 3 dan ke 4.

Sistem pengkodean Opitz ringkas dan mudah untuk digunakan. Sistem ini banyak digunakan dalam perusahaan untuk sistem pengkodean komponen.

Untuk program CAPP yang dibuat dalam tugas akhir ini, sistem pengkodean Opitz dapat digunakan untuk sistem pengkodean komponen.

Selanjutnya didapat satu kesatuan yang lengkap dari kode komponen, standart plan dan operasi plan. Langkah

Tabel 3.1 Contoh bentuk pengkodean Opitz untuk rotational part

Digit 1		Digit 2		Digit 3		Digit 4		Digit 5							
Part class		External shape, external shape elements		Internal shape, internal shape elements		Plane-surface machining		Auxiliary holes and gear teeth							
0	Rotational parts	L/D < 0.5		0	Smooth, no shape elements		0	No surface machining		0	No auxiliary hole				
1		0.5 < L/D < 3		1	Stepped to one end or smooth	No shape elements		1	Surface plane and/or curved in one direction, external		1	Axial, not on pitch circle diameter			
2		L/D > 3		2		Thread		2	External plane surface related by graduation around a circle		2	Axial on pitch circle diameter			
3			3	Functional groove		3	Functional groove		3	External groove and/or slot		3	Radial, not on pitch circle diameter		
4			4	No shape elements		4	Stepped to both ends	No shape elements		4	External spline (polygon)		4	Axial and/or radial and/or other direction	
5			5	Thread		5		Thread		5	External plane surface and/or slot, external spline		5	Axial and/or radial on PCD and/or other directions	
6		6	Functional groove		6	Functional groove		6	Internal plane surface and/or slot		6	Spur gear teeth			
7	Nonrotational parts	7		Functional cone		7		Functional cone		7	Internal spline (polygon)		7	Bevel gear teeth	
8		8		Operating thread		8		Operating thread		8	Internal and external polygon, groove and/or slot		8	Other gear teeth	
9		9		All others		9		All others		9	All others		9	All others	

Digit 1		Digit 2		Digit 3		Digit 4	
Diameter D or edge length A		Material		Initial form		Diameter D or edge length A	
0	mm	0	Cast iron	0	Round bar, black	0	No accuracy specified
	< 20						
1	> 20 < 50	1	Modular graphitic cast iron and malleable cast iron	1	Round bar, bright drawn	1	2
2	> 50 < 100	2	Mild steel < 26.5 tonf/in ² not heat treated	2	Bar: triangular, square, hexagonal, others	2	3
3	> 100 < 160	3	Hard steel > 26.5 tonf/in ² heat-treatable low-carbon and case-hardening steel, not heat treated	3	Tubing	3	4
4	> 160 < 250	4	Steels 2 and 3 heat treated	4	Angle, U-, T-, and similar sections	4	5
5	> 250 < 400	5	Alloy steel (not heat treated)	5	Sheet	5	2 and 3
6	> 400 < 600	6	Alloy steel heat treated	6	Plate and slabs	6	2 and 4
7	> 600 < 1000	7	Nonferrous metal	7	Cast or forged components	7	2 and 5
8	> 1000 < 2000	8	Light alloy	8	Welded assembly	8	3 and 4
9	> 2000	9	Other materials	9	Premachined components	9	2 + 3 + 4 + 5

selanjutnya adalah menyimpannya didalam komputer dengan bentuk yang dapat diterjemahkan dimana informasi dapat digunakan bila diperlukan.

3.4. Struktur Data Base

Sistem metode variant hanya berisi sedikit informasi jika dibandingkan dengan pada aplikasi industri, dimana ribuan komponen dan proses plan disimpan dan dihasilkan, karena banyaknya informasi, sistem data base memainkan peranan yang penting dalam proses planning metode variant.

Data base berisi semua informasi yang diperlukan untuk aplikasi dan dapat diambil untuk program yang berbeda untuk aplikasi tertentu.

Ada tiga pendekatan untuk membuat database, berdasarkan strukturnya yaitu hirarki, jaringan, dan hubungan. Meskipun konsep dan struktur untuk tiga pendekatan ini berbeda, ketiganya dapat dipakai untuk kegunaan yang sama. Dalam pembuatan program untuk makalah tugas akhir ini dipakai struktur hirarki. Pendekatan hirarki paling tepat untuk proses planning metode variant.

Untuk programing, dapat digunakan sistem manajemen data base seperti Dbase III+. Sistem ini adalah bahasa tingkat tinggi untuk pembuatan data base. Data base dapat juga dituliskan menggunakan bahasa Pascal, Fortran, C.

Tidak menjadi masalah pendekatan dan bahasa apa yang digunakan, karena struktur dasar dari data base adalah sama.

Dalam pembuatan tugas akhir ini, dipilih Dbase III plus untuk pembuatan program dengan pertimbangan :

Keuntungan :

- lebih mudah dalam pembuatan sebuah file data
- lebih mudah dalam mengindeks sebuah file data
- lebih mudah dalam pencarian sebuah data record
- Lebih mudah dalam bahasa pemrograman
- Program dapat dipisah - pisahkan sebelum dicompile sehingga mudah dalam melacak kesalahan.

Kekurangannya :

- Program berjalan relatif lambat sebab Dbase III plus sebelum dicompile, dalam mengeksekusi program bekerja dengan sistem interpreter.

Dalam pembuatan program CAPP dengan metode variant digunakan tiga buah file yaitu :

1. File keluarga

Berisi field kode komponen, nama komponen

Diindeks berdasarkan kode keluarga. Nama file :

Keluarga.dbf.

2. File standart plan

Berisi field kode komponen, kode standart plan, nama standart plan, mesin yang digunakan, dan keterangan.

Diindeks berdasarkan kode komponen dan kode standart plan. Nama file : standart.dbf

3. File oplan

Berisi field kode komponen, kode standart plan, kode operasi plan, kecepatan potong, putaran, pemakanan, kedalaman potong, jarak potong, waktu potong, tambahan waktu, keterangan.

Diindeks berdasarkan kode komponen, kode standart plan, kode operasi plan. Nama file : Oplan.dbf

Ketiga file tersebut diatas, dalam penggunaan program dapat mengalami penambahan data, perbaikan data serta penghapusan data, sesuai dengan keperluan proses planning.

3.5 Prosedur Pencarian

Setelah tahap persiapan selesai dilakukan, Sistem planning metode variant siap untuk digunakan. Ide dasar dari metode variant adalah mendapatkan kembali proses plan untuk komponen yang sama. Pencarian untuk proses plan berdasarkan pada pencarian dari kode komponen dimana komponen dimiliki. Ketika kode komponen didapat, hubungan standart plan serta operasi plan dapat dengan mudah diperoleh kembali.

Pencarian kode komponen dapat dipandang sebagai pencocokan dari kode yang diberikan. Kode komponen dapat

menjadi pertimbangan sebagai nilai kesamaan. Bila kode dapat lolos melalui tes kesamaan, komponen didapat.

3.6. Editing Plan dan Pemilihan Parameter

Sebelum proses plan dapat digunakan dalam proses fabrikasi. Beberapa modifikasi diperlukan pada standart plan dan operasi plan. Untuk modifikasi tersebut maka harus dilakukan proses editing.

Ada dua tipe editing plan :

1. Editing pada standart plan.
2. Editing pada operasi plan.

Editing standart plan secara tidak langsung merubah secara permanen dalam penyimpanan plan yang dibuat. Proses editing harus dilaksanakan secara hati - hati karena efektifitas dari standart plan berakibat pada proses plan yang dihasilkan untuk komponen. Disamping pertimbangan teknik dari perawatan file, struktur data base harus cukup fleksibel untuk ekspansi, penambahan, dan penghapusan dari record data.

Editing operasi plan untuk komponen membutuhkan keahlian yang sama seperti pada editing standart plan.

Proses plan secara lengkap tidak hanya meliputi operasi tetapi juga parameter proses. Parameter proses didapatkan dalam machining data handbook atau dapat dihitung menggunakan rumus - rumus untuk proses pemesinan.

Dalam tugas akhir ini parameter proses dihitung

dengan menggunakan rumus - rumus proses pemesinan.

File Parameter ini dapat disatukan kedalam system planning metode variant untuk memilih parameter proses.

Dalam tugas akhir untuk menambah kemampuan proses planning dengan metode variant ini, maka terdapat juga program untuk menghitung proses pemesinan pada pembubutan, pengurdian serta proses mengefreis.

Pada bagian selanjutnya akan diterangkan proses perhitungan untuk proses membubut, menggurdi serta mengfreis. Contoh analisa dibawah ini dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan komputer dimana harga - harga parameter untuk material dan jenis pahat telah berada di data base.

3.7. Perhitungan Proses Membubut

Berikut ini adalah contoh proses membubut dengan pahat karbida yang dilakukan dalam satu kali proses.

Besaran parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Bahan : Baja ST-70
- Jenis pahat : P-10
- Sudut potong utama (k_p) : 90°
- Diameter luar (D_o) : 150 mm
- Diameter dalam (D_i) : 144 mm
- Putaran spindel (n) : 350 rpm
- Gerak makan (f) : 0,5 mm/r

- Panjang pemesian (lt) : 150 mm
- Kedalaman potong (a) : $\frac{D_o - d_i}{2} = \frac{150 - 144}{2} = 3$
- Diameter rata - rata (Dm) : $\frac{D_o + D_i}{2} = \frac{150 + 144}{2} = 147$ mm
- Kecepatan potong (V) : $\frac{\pi D_m n}{1000} = \frac{\pi \cdot 147 \cdot 350}{1000} = 162$ m/min
- Kecepatan makan (Vf) : $f \cdot n = 0,5 \cdot 350 = 175$ mm/min
- Waktu pemotongan (tc) : $lt/vf = 150/175 = 0,85$ min
- Kecepatan penghasilan geram (Z) : $f \cdot a \cdot v = 0,5 \cdot 3 \cdot 162 = 243$ cm³/min

- Umur pahat (T) : $[(C f^{-p} a^{-q})/v]^{1/n}$

dengan menggunakan lampiran 8 dan 9 didapat :

untuk material termasuk grup 7 dengan pahat p-10

maka harga : C = 237

$$p = 0.29$$

$$q = 0.12$$

$$n = 0.19$$

dengan kedalaman potong (a) = 3 mm

dan pemakanan (f) = 0.5 mm/rev

maka : (T) : $[(C f^{-p} a^{-q})/v]^{1/n}$

$$: [(237 \cdot 0,5^{-0,29} \cdot 3^{-0,12})/162]^{1/0,19}$$

$$: 10,81 \text{ menit}$$

- Gaya potong spesifik : $ks_{11} \cdot f^{-2} \cdot C_k \cdot C_y \cdot C_{VB} \cdot C_v$
 : $1625 \cdot 0,5^{-0,2} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$
 : 1866 N/mm^2
- Gaya Potong (Fv) : $ks \cdot f \cdot a$
 : $1866 \cdot 0,5 \cdot 3 = 2799 \text{ N}$
- Daya potong (Nc) : $\frac{F_v \cdot v}{60.000}$
 : $\frac{2799 \cdot 162}{60.000} = 7.55 \text{ kW}$

3.8. Perhitungan Proses Menggurdi

Berikut ini adalah contoh proses menggurdi dengan pahat karbida yang dilakukan dalam satu kali proses. Besaran parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Material : Baja 1020-C22
- Jenis pahat : P-01
- Putaran spindel (n) : 1225 rpm
- Gerak makan (f) : 0,25 mm/put
- Diameter pahat (d) : 26,00 mm
- Kedalaman potong (a) : $d/2$
 : $26/2$
 : 13 mm
- Sudut potong utama (kr) : 75°
- Langkah pengawalan (lv) : 10 mm
- Panjang total pemotongan (lt) : 75 mm

$$\text{- Kecepatan makan (vf) = f . n}$$

$$0.25 . 1225$$

$$= 306.25 \text{ mm/min}$$

$$\text{- Kecepatan potong (v) : } \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi . 26 . 1225}{1000}$$

$$= 100 \text{ m/min}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kecepatan penghasilan geram (Z) : } & \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{n f}{1000} \\ & : \frac{\pi . 26^2}{4} \cdot \frac{1225 . 0,25}{1000} \\ & : 162,8 \text{ cm}^3/\text{min} \end{aligned}$$

Dengan mengetahui kondisi pemotongan diatas dapat dicari waktu pemotongan efektif dan dengan diketahuinya waktu potong efektif tersebut maka dapat pula dicari bagian umur pahat yang hilang dalam melakukan satu kali pengurdian.

- Besar waktu potong efektif adalah :

$$\begin{aligned} t_c &= \frac{. l t}{n . f} \\ &= \frac{75}{1225 . 0,25} \\ &= 14,4 \text{ detik} = 0,24 \text{ menit} \end{aligned}$$

Untuk mencari besar umur pahat digunakan persamaan Taylor, sedang besar konstanta diambil dari lampiran 9 dengan menyesuaikan dari material yang digunakan :

$$\text{- Umur pahat (T) : } [(C f^{-P} a^{-q}) / v]^{1/n}$$

material termasuk grup 8 dengan pahat P-01

maka harga : C = 224

$$p = 0.27$$

$$q = 0.12$$

$$n = 0.16$$

dengan kedalaman potong (a) = 13 mm

$$\text{pemakanan} \quad (f) = 0.25$$

$$\begin{aligned} \text{maka : } (T) &: [(C f^{-p} a^{-q}) / v]^{1/n} \\ &: [(224 \cdot 0,25^{-0,27} \cdot 13^{-0,12}) / 100]^{1/0.16} \\ &: 234.05 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus 2.16 dan 2.17 dapat dihitung besar momen puntir dan gaya tekan, sedang besar konstanta yang digunakan dilihat dari spesifikasi material benda kerja. Dengan menggunakan material 1020-C22 dari tabel 2.1 diperoleh harga :

$$C1 = 536$$

$$x = 1,8$$

$$y = 0,76$$

maka besar momen puntir :

$$\begin{aligned} Mt &= C1 \cdot d^x \cdot f^y \\ &= 536 \cdot 26^{1,8} \cdot 0,25^{0,78} \\ &= 64048,66 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Untuk menentukan besar gaya tekan, besar konstanta yang digunakan dapat diambil dari tabel 2.1 yaitu :

$$C2 = 575$$

$$m = 1$$

$$n = 0,78$$

Maka besar gaya tekan adalah :

$$\begin{aligned} F_z &= C_2 \cdot d^m \cdot f^n \\ &= 575 \cdot 26^1 \cdot 0,25^{0,78} \\ &= 5070,31 \text{ N} \end{aligned}$$

Untuk menentukan besar daya potong digunakan persamaan 2.9 yaitu :

$$\begin{aligned} N_c &= \frac{M_t \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{60.000.000} \\ &= \frac{64048,66 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1255}{60.000.0000} \\ &= 8,21 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.9. Perhitungan Proses Mengfreis

Berikut ini adalah contoh proses mengfreis tegak dengan pahat karbida yang dilakukan dengan satu kali proses. Besaran parameter yang digunakan adalah :

- Material : Baja Struktur ST-50
- Jenis Pahat : P-10
- Diameter pahat (d) : 360 mm
- sudut potong utama (kr) : 90°
- Jumlah gigi (z) : 12
- Sudut potong utama (kr) : 90°
- Kedalaman potong (a) : 3 mm
- Ks11 (lampiran 5) : 1990 N/mm^2

- p (lampiran 5) : 0,25
- Panjang total (lt) : 100 mm
- lebar pemotongan (w) : 50 mm
- Putaran spindel (n) : 100 rpm
- Kecepatan makan (vf) : 150 mm/min
- Kecepatan potong (v) : $\frac{\pi d n}{1000}$
- : $\frac{\pi \cdot 360 \cdot 100}{1000}$
- : 113 m/min
- Pemakanan per gigi (fz) : $vf/(z \cdot n)$
- : $150/(12 \cdot 100)$
- : 0.125 mm/gigi
- Tebal geram mak (h_{mak}) : $fz \sin kr$
- : $0.125 \cdot 1 = 0,1245$
- Penampang geram mak (A_{mak}) : $a \cdot h_{max}$
- : $3 \cdot 0,1245 = 0,37 \text{ mm}^2$
- Kecepatan penghasilan geram (Z) :
- $Z = vf \cdot a \cdot w / 1000$
- $= 150 \cdot 3 \cdot 50 / 1000$
- $= 22,5 \text{ cm}^3/\text{min}$
- Gaya tangensial total Maksimum
- $Ft_{mak} : ks11 \cdot h_{mak}^{-p} \cdot A_{mak}$
- : $1990 \cdot 0,124^{-0.25} \cdot 0,37$
- : 1255 N

- Daya pemotongan maksimum

$$N_{c_{\text{mak}}} : \frac{F_{\text{tmaks}} \cdot v}{60.000}$$

$$: \frac{1255 \cdot 113}{60.000} = 0,36 \text{ kW}$$

Untuk mencari besar umur pahat digunakan persamaan Taylor, sedang besar konstanta diambil dari lampiran 9 dengan menyesuaikan pada material yang digunakan :

$$\text{- Umur pahat (T)} : [(C f^{-p} a^{-q}) / v]^{1/n}$$

material termasuk grup 8 dengan pahat P-10

maka harga : C = 190

$$p = 0.32$$

$$q = 0.12$$

$$n = 0.16$$

dengan kedalaman potong (a) = 3 mm

pemakanan (f) = 0.125

$$\text{maka : (T)} : [(C f^{-p} a^{-q}) / v]^{1/n}$$

$$: [(190 \cdot 0,125^{-0,27} \cdot 3^{-0,12}) / 113]^{1/0.16}$$

$$: 720.85 \text{ menit}$$

BAB IV

PENGOPERASIAN PROGRAM

Pada pembahasan berikut akan diuraikan ketentuan yang harus dipenuhi untuk mengaktifkan program bantu CAPP metode variant, juga langkah - langkah yang ditempuh untuk menggunakan program.

Untuk pengoperasian program CAPP dengan metode variant ini, pengetahuan tentang gambar teknik akan sangat membantu.

4.1. Persiapan Perangkat keras

Perangkat keras yang diperlukan untuk pengoperasian program CAPP ini adalah sebuah komputer IBM PC atau kompatibel dengan ram terpasang minimum 640 KB dengan dua disk drive. Diperlukan disket DOS dan disket program untuk menjalankan program ini.

4.2. Persiapan Pengoperasian Paket Program

Setelah perangkat keras siap, dapat dimulai pengetikan program pada komputer. Langkah - langkah persiapan pengoperasian program adalah sebagai berikut :

Setiap kali komputer mulai bekerja (boot), maka komputer akan melakukan pengecekan lebih dahulu terhadap sebuah file yang bernama CONFIG.SYS. File ini berisi informasi tentang konfigurasi sistem yang telah

ditetapkan, antara lain meliputi sejumlah file dan ukuran memory yang dicadangkan. Dalam Dbase III plus, konfigurasi yang dianjurkan adalah sebagai berikut :

```
FILES = 20
```

```
BUFFERS = 15
```

Tanpa file CONFIG.SYS, maka DOS akan menetapkan jumlah file sebanyak 8 yang bisa dibuka pada saat bersamaan. Sebanyak 5 file dipakai oleh DOS dan 3 file sisanya yang bisa digunakan oleh pemakai. Karena Dbase III Plus dapat menyediakan / membuka sebanyak 15 file, maka jumlah file diatur menjadi 20.

Jika file CONFIG.SYS tersebut belum ada bisa dibuat dengan menggunakan fasilitas COPY CON dari DOS atau dengan menggunakan word processor lainnya.

```
A>COPY CON CONFIG.SYS      ( enter )
```

```
FILES = 20                  ( enter )
```

```
BUFFERS = 15^Z             ( enter )
```

Tanda ^Z adalah perintah untuk mengakhiri dan menyimpan pembuatan file CONFIG.SYS ke dalam disket. Dilakukan dengan menekan tombol Ctr dan Z.

4.3. Cara Pemakaian Paket program

Untuk pengoperasian paket program ini, masukkan disket program yang telah tercompile ke dalam drive A. Ketikkan pada direktori A

```
A>MENU
```

Pada tampilan ini, pemakai program diminta untuk memasukkan password yang dimilikinya. Untuk pemasukan password ini, pemakai diberikan kesempatan tiga kali untuk memasukkan password yang dimilikinya. Apabila tiga kali gagal dalam memasukkan password yang diminta oleh komputer maka program akan kembali ke direktori (gambar pada lampiran)

Selanjutnya bila password yang diberikan sesuai dengan yang tersimpan dalam program maka akan terlihat menu utama.

Pada tampilan ini, tersedia jenis menu yang dapat dilakukan pada CAPP metode variant ver 1.0

4.3.1. Menu Kode Komponen

Bila pada menu utama dimasukkan angka 1 maka pemakai masuk pada menu kode komponen. Pada menu kode komponen, pemakai dapat memasukkan, memperbaiki, menghapus kode komponen serta nama komponen. Fungsinya untuk memberi nama komponen terhadap kode yang diberikan, dan selanjutnya akan dibuat standart plan dan operasi plan nya (gambar di lampiran 12)

Untuk memasukkan kode komponen disediakan 10 digit angka atau huruf yang dapat dimasukkan. Cara penyusunan kode dapat berdasarkan sistem pengkodean Opitz atau sistem pengkodean yang terdapat pada perusahaan pemakai program.

Untuk memperbaiki nama komponen, pemakai harus

memasukkan kode yang diberikan untuk nama komponen tersebut.

Untuk menghapus nama komponen, pemakai harus memasukan kode komponen, selanjutnya komputer akan melakukan pencarian terhadap kode yang diberikan. Bila kode komponen didapat komputer akan menanyakan apakah nama komponen akan dihapus, bila dimasukkan ya maka komputer akan melakukan penghapusan nama komponen secara tetap.

4.3.2. Menu Standart Plan

Bila pada menu utama dimasukkan angka 2 pada menu utama, maka akan masuk pada menu standart plan. Pada menu standart plan, pemakai dapat memasukkan, memperbaiki, atau menghapus standart plan (gambar di lampiran 13).

Untuk memasukkan standart plan, pemakai harus memasukkan kode komponen yang akan dimasukkan serta urutan aliran dari standart plan tersebut. Bila kode komponen pernah disimpan maka komputer memberi tahu bahwa kode komponen dan urutan aliran tersebut pernah dimasukkan. Bila belum, pemakai dapat memasukkan nama aliran, nama mesin serta keterangan.

Untuk memperbaiki standart plan yang telah dibuat pemakai harus memasukkan kode komponen serta urutan aliran untuk komponen tersebut. Selanjutnya komputer akan melakukan pencarian data yang sesuai dengan kode komponen dan urutan aliran yang diberikan. Bila data ada maka dapat

dilakukan perubahan terhadap nama aliran, nama mesin serta keterangan. Setelah perubahan dilakukan komputer akan menanyakan apakah perubahan jadi dimasukkan atau dibatalkan. Hal ini untuk memastikan perubahan yang dilakukan.

Untuk penghapusan standart plan. pemakai harus memasukkan kode komponen serta urutan aliran yang akan dihapus. Bila data didapat, maka komputer akan menanyakan apakah data dipastikan akan dihapus.

4.3.3. Menu Operasi Plan

Bila pada menu utama dimasukkan angka tiga maka pemakai akan memasuki menu operasi plan. Pada menu operasi plan pemakai dapat memasukkan, memperbaiki atau menghapus operasi plan (gambar di lampiran 14).

Untuk memasukkan operasi plan yang akan dibuat, pemakai harus memasukkan kode komponen, urutan aliran standart plan, serta kode operasi. Bila kode komponen, urutan aliran, serta kode operasi pernah dimasukkan maka komputer akan menampilkan pesan data pernah disimpan. Bila data belum pernah disimpan maka selanjutnya pemakai dapat memasukkan proses operasi, kecepatan potong, putaran, pemakanan, kedalaman potong, jarak potong, waktu potong, tambahan waktu, serta keterangan. Selanjutnya komputer akan menanyakan apakah data yang diberikan akan disimpan, bila ya, maka komputer akan melakukan penyimpanan. Bila

tidak, maka pemakai dapat melanjutkan memasukkan operasi plan. Untuk keluar dari memasukkan operasi plan dapat dilakukan dengan menekan enter dengan spasi kosong pada kode - kode yang diberikan.

Untuk memperbaiki operasi plan, pemakai harus memasukkan kode komponen, kode aliran, serta kode operasi. Selanjutnya komputer akan melakukan pencarian terhadap kode yang diberikan. Bila data ada maka dapat dilakukan perubahan terhadap proses operasi, kecepatan potong, putaran, pemakanan, kedalaman potong, jarak potong, waktu potong, tambahan waktu serta keterangan. Bila perubahan telah selesai maka komputer akan menanyakan apakah data akan disimpan, bila ya, maka data tersebut akan disimpan, bila tidak, maka pemakai akan diminta memasukkan kode - kode yang diminta. Untuk keluar dari memperbaiki operasi plan dilakukan dengan menekan enter dengan spasi kosong pada kode - kode yang diminta.

Untuk menghapus operasi plan, pemakai diminta untuk memasukkan kode komponen, kode aliran, serta kode operasi. Selanjutnya komputer akan mencari kode yang diberikan. Bila data didapat, maka komputer akan menanyakan apakah pasti dihapus, bila ya maka dilakukan penghapusan secara permanen. Untuk keluar dari penghapusan operasi plan dilakukan dengan menekan enter dengan spasi kosong pada kode - kode yang diminta.

4.3.4. Menu Laporan

Setelah proses memasukkan kode komponen dan nama komponen yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan standart plan dan operasi plan, pemakai dapat melihat hasil pengerjaan perencanaan pada menu laporan. Dalam menu laporan ini terdapat 3 macam laporan yang dapat ditampilkan yaitu laporan kode komponen, laporan standart plan serta laporan operasi plan. Fasilitas yang lain adalah mencetak laporan standart plan serta operasi plan pada printer untuk keperluan pemakaian di manufactur. Untuk lebih terinci, akan dijelaskan lebih lanjut dibawah ini (gambar di lampiran 15).

- Laporan kode komponen

Dalam laporan ini ditampilkan kode komponen dan nama komponen yang pernah dibuat. Laporan ini ditampilkan dalam keadaan terindeks berdasarkan kode komponen. Dengan adanya laporan ini, pemakai dapat memilih kode komponen yang akan ditampilkan dalam standart plan atau operasi plan. Dengan melihat tampilan ini, bila ada suatu komponen baru yang akan dilakukan perencanaan, maka tinggal mencocokkan kode komponen yang sesuai untuk komponen baru tersebut, dengan harapan memiliki kesamaan didalam standart plan dan operasi plan. Untuk itu perencana/pemakai tinggal melakukan modifikasi data - data yang tidak terlalu banyak sehingga waktu

perencanaan dapat dikurangi.

- Laporan standart plan.

Setelah kode komponen diperoleh didalam laporan kode komponen, langkah selanjutnya pemakai/perencana dapat melihat standart plan untuk komponen tersebut. Pada menu laporan, perencana memasukkan pilihan angka 2. Selanjutnya komputer akan menanyakan kode komponen dari standart plan yang ingin dilihat. Setelah kode komponen dimasukkan, maka komputer akan menampilkan laporan standart plan. Laporan standart plan ditampilkan dalam kondisi terindeks berdasarkan kode komponen dan urutan aliran dari standart plan komponen tersebut. Bila ingin melakukan perubahan terhadap data - data pada standart plan ini, maka perencana/pemakai harus masuk pada menu standart plan dan memilih menu perubahan standart plan. Bila ada urutan standart plan yang ingin dihapus maka pemakai/perencana harus masuk pada menu standart plan dan memilih menu penghapusan standart plan. Laporan pada standart plan ini menggambarkan urutan proses pengerjaan benda kerja secara umum dan mesin - mesin yang diperlukan.

- Laporan operasi plan.

Untuk melihat proses operasi plan dari standart plan maka pemakai/perencana dapat melihat pada laporan operasi plan pada menu laporan. Komputer akan menanyakan kode komponen untuk operasi plan yang ingin

dilihat. Setelah kode komponen dimasukkan, maka komputer akan menampilkan laporan operasi plan untuk kode komponen tersebut. Laporan operasi plan ini ditampilkan dalam kondisi terindex berdasarkan kode komponen, urutan aliran standart plan serta urutan proses operasi yang dilakukan. Pada laporan operasi plan ini ditampilkan kode aliran, kode operasi, proses operasi, kecepatan pemotongan, putaran, pemakanan, kedalaman potong, panjang pemesinan, waktu pemesinan, dan waktu non produktif serta keterangan. Pada pojok kiri atas ditampilkan kode komponen yang dilaporkan serta nama komponen tersebut. Untuk tiap bagian dari aliran standart plan ditampilkan waktu sub total untuk proses pemotongan benda kerja dan waktu non produktif. Pada akhir laporan ditampilkan total waktu pemotongan dan total waktu non produktif. Bila ingin melakukan perubahan pada data - data pada laporan operasi plan ini, pemakai/perencana harus masuk pada menu operasi plan dan memilih menu pengantian, serta untuk menghapus data - data pada laporan operasi plan dilakukan dengan memilih menu penghapusan.

- Pencetakan laporan standart plan dan operasi plan.

Bila pemakai/perencana ingin melakukan pencetakan pada printer, urutan proses sama dengan menampilkan standart plan dan operasi plan. Komputer akan menanyakan kesiapan dari printer dan kertas printer. Bila telah ada

dilakukan pencetakan seperti yang ditampilkan pada laporan.

4.3.5. Menu Proses

Untuk membantu kelancaran proses perencanaan, disediakan juga menu proses yang berisi perhitungan untuk proses pemesinan bubut turning, drilling, serta face milling (gambar di lampiran 18).

- Bubut Silindris.

Untuk perhitungan proses membubut silindris pemakai / perencana memasukkan benda kerja yang akan digunakan, pahat, diameter mula, diameter akhir, pemakanan, putaran, panjang pemesinan. Dari nilai - nilai yang dimasukkan diperoleh : kecepatan potong, kedalaman potong, kecepatan makan, geram yang dihasilkan, waktu potong, gaya potong, daya potong serta umur pahat.

- Drilling.

Untuk perhitungan proses drilling, pemakai / perencana memasukkan benda kerja yang digunakan, jenis pahat, grup bahan, diameter drill, pemakanan, putaran, serta panjang pemesinan. Dari nilai - nilai yang dimasukkan diperoleh kecepatan potong, kecepatan makan, kedalaman potong, waktu potong, umur pahat, geram yang dihasilkan, momen puntir, gaya tekan, dan daya potong.

- Face Milling.

Untuk perhitungan proses face milling, pemakai /

perencana memasukkan benda kerja yang digunakan, jenis pahat, grup pahat, diameter pahat, jumlah gigi, kedalaman potong, kecepatan makan, putaran, panjang pemesinan, serta lebar pemesinan. Dari nilai - nilai yang dimasukkan diperoleh : kecepatan potong, pemakanan pergigi, waktu potong, geram yang dihasilkan, gaya tangensial maksimum, daya potong maksimum serta umur pahat.

Proses membubut, menggurdi, dan face milling dapat disimpan pada memori komputer untuk keperluan operasi plan. Untuk proses penyimpanan pemakai harus memasukkan kode komponen, urutan standart plan, dan kode operasi plan.

4.3.6. Menu Informasi

Pada menu informasi dapat ditampilkan data - data yang telah didata base kan, yaitu : klasifikasi pahat karbida, klasifikasi benda kerja untuk bubut, klasifikasi benda kerja untuk drilling, klasifikasi benda kerja untuk face milling (gambar di lampiran 19).

BAB V

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Program CAPP metode variant dapat dibuat dengan menggunakan Dbase III plus compiler.
- Penggunaan CAPP metode variant yang berdasarkan data base sangat tepat bagi proses planning, karena dalam proses planning banyak sekali data yang harus digunakan.
- Waktu yang diperlukan dalam pembuatan proses planning menjadi berkurang.
- Proses plan menjadi konsisten.

Dengan digunakannya proses planning berdasarkan analisa yang sama, maka setiap perencana memiliki kewenangan untuk memperbaiki data base, dan dapat dilihat bahwa dua perencanaakan menuju pada perencanaan yang sama untuk bagian sama.

- Mempercepat tanggapan terhadap perubahan dalam parameter produksi.

Dalam pelaksanaan, bila CAPP metode variant digunakan, proses perencanaan hanya memerlukan waktu beberapa menit untuk memasukkan data perubahan daripada sejumlah ukuran, dan mesin yang digunakan. Dengan demikian dapat diperoleh modifikasi yang optimal dari proses plan.

Klasifikasi benda kerja untuk proses pemesian.

Jenis Benda Kerja	Klasifikasi DIN	Kondisi*	Kekerasan (H B)	Klasifikasi Pemesian	
<u>Baja Struktur</u> (Structural Steels)	St 70	U/N	-	6/7	
<u>Baja Mampu Laku Panas</u> (Heat treatable Steels)	Ck 45	V	250	6	
	Ck 53	U/N	220	6	
	Ck 55	U/V	250	7	
	Cm 55				
	Cf 53	V	280	8	
<u>Baja Sementasi</u> (Cementation Steels)	47 Cr Ni Mo 14	BG	180	6	
		BF	200	7	
	41 Ni Cr 14	BF	180	7	
	20 Mo Cr 4	BG	150	6	
		BF	200	8	
<u>Baja Nitridasi</u> (Nitridation Steels)	41 Cr Al Mo 7	V	250	6	
<u>Baja Perkakas Panas</u> (Hot Work Tool Steels)	x40 Cr Mo V 51	BG	210	7	
	x32 Cr Mo V 33	BG	210	7	
	55 Ni Cr Mo V 6	BG	220	8	
<u>Baja untuk Ekstrusi Dingin</u> (Steels for Cold Extrusion)	41 Cr 4	B/V	220	6	
		U/V	280	8	
<u>Baja Pahat</u> (Tool Steels)	: CTS :	C 80 W 1	BG	180	6
		C 105 W 1	BG	190	6
	HSS :	S 6-5-2	BG	240	8
<u>Besi Tuang</u> (Cast Iron)					
Graphit Serpih :	GG-10	-	120	12	
Graphit butir	GGG-35-3	-	160	12	

* U : nontreated.

V : quenched & tempered.

N : normalized.

B : treated → BG : untuk tujuan struktur.

BF : untuk tujuan kekuatan

Klasifikasi Pahat Karbida (Cemented Carbides) menurut segi pemakaiannya (ISO 513 ; 1975 E).

Symbol	Broad categories of material to be machined	Designation	Material to be machined	Use and working conditions	Direction of increase in characteristic of cut of carbide
P	Ferrous metals with long chips	P 01	Steel, steel castings	Finish turning and boring; high cutting speeds, small chip section, accuracy of dimensions and fine finish, vibration-free operation.	↑ Increasing speed ↑ Increasing feed ↑ Wear resistance ↑ Toughness ↓ ↓ ↓ ↓
		P 10	Steel, steel castings	Turning, copying, threading and milling, high cutting speeds, small or medium chip sections.	
		P 20	Steel, steel castings Malleable cast iron with long chips	Turning, copying, milling, medium cutting speeds and chip sections, planing with small chip sections	
		P 30	Steel, steel castings Malleable cast iron with long chips	Turning, milling, planing, medium or low cutting speeds, medium or large chip sections, and machining in unfavourable conditions†	
		P 40	Steel Steel castings with sand inclusion and cavities	Turning, planing, slotting, low cutting speeds, large chip sections with the possibility of large cutting angles for machining in unfavourable conditions† and work on automatic machines	
M	Ferrous metals with long or short chips and non-ferrous metals	P 50	Steel Steel castings of medium or low tensile strength, with sand inclusion and cavities	For operations demanding very tough carbide: turning, planing, slotting, low cutting speeds, large chip sections, with the possibility of large cutting angles for machining in unfavourable conditions† and work on automatic machines	
		M 10	Steel, steel castings, manganese steel Grey cast iron, alloy cast iron	Turning, medium or high cutting speeds. Small or medium chip sections	
		M 20	Steel, steel castings, austenitic or manganese steel, grey cast iron	Turning, milling. Medium cutting speeds and chip sections	
		M 30	Steel, steel castings, austenitic steel, grey cast iron, high temperature resistant alloys	Turning, milling, planing. Medium cutting speeds, medium or large chip sections	
K	Ferrous metals with short chips, non-ferrous metals and non-metallic materials	M 40	Mild free cutting steel, low tensile steel Non-ferrous metals and light alloys	Turning, parting off, particularly on automatic machines	
		K 01	Very hard grey cast iron; chilled castings of over 85 Shore, high silicon aluminium alloys, hardened steel, highly abrasive plastics, hard cardboard, ceramics	Turning, finish turning, boring, milling scraping	
		K 10	Grey cast iron over 220 Brinell, malleable cast iron with short chips, hardened steel, silicon aluminium alloys, copper alloys, plastics, glass, hard rubber, hard cardboard, porcelain, stone	Turning, milling, drilling, boring broaching, scraping	
		K 20	Grey cast iron up to 220 Brinell, non-ferrous metals: copper, brass, aluminium	Turning, milling, planing, boring broaching, demanding very tough carbide	
		K 30	Low hardness grey cast iron, low tensile steel, compressed wood	Turning, milling, planing, slotting, for machining in unfavourable conditions† and with the possibility of large cutting angles	
		K 40	Soft wood or hard wood Non-ferrous metals	Turning, milling, planing, slotting, for machining in unfavourable conditions† and with the possibility of large cutting angles	

†Raw material or components in shapes which are awkward to machine: casting or forging skins, variable hardness etc., variable depth of cut, interrupted cut, work subject to vibrations

Lampiran - 3

Harga Gaya Potong Spesifik Referensi $k_{s1.1}$. Berlaku bagi Pahat Karbida dengan Geometrik tertentu ($\kappa_r = 90^\circ$, $\gamma_o = 6^\circ$, $\lambda_s = 0^\circ$, $r_e = 0,8 \text{ mm}$), kecepatan potong $v = 100 \text{ s.d. } 200 \text{ m/min}$, Rasio ke-rampingan geram = 2 s.d.10 dan keausan tepi dibawah 0,1 mm.

Benda kerja	σ_u , Kekuatan Tarik (UTS), atau ke-kerasan Brinell; N/mm^2	Pangkat h rata-rata $z = 0,2$
		$k_{s1.1}$ (N/mm^2)
Baja struktur , C 0,35 %	500	1500
C 0,35-0,6%	500 s.d. 700	1650
C 0,6 - 1%	700 s.d.1000	1800
Baja Paduan (kondisi annealed)	700 s.d. 850	1650
	850 s.d.1000	1800
	1000 s.d.1400	1950
	1400 s.d.1800	2170
Baja Manganese, M_n Steel (annealed)	500 s.d. 800	1650
Baja Antikarat (Stainles Steel) kondisi = Austenitic	-	1720
Feritic	-	1500
Baja Tuang (Cast Steel)		
GS 40	500	1300
GS 50	500 s.d. 650	1420
GS 65	650	1570
Besi Tuang (Cast Iron)	BHN < 200	960
	BHN > 200	1300
White Cast Iron	BHN < 500	2020
	BHN > 500	2250
Annealed Cast Iron	-	1050
Tembaga (Copper)	-	750
Perunggu (Phosfor Bronze)	-	1200
Kuningan (Brass)	-	530
Paduan Al.Mg	-	370
Plastik, Ebonit, Fiber	-	190

Contoh data pemesinan bagi pahat karbida (WIDIA)

Benda kerja termasuk klasifikasi pemesinan	Rumus Umur : $v T^n = C f^{-p} a^{-q}$						Berlaku untuk kondisi pemesinan		
	Pahat Karbida Klasifikasi :		n	p	q	C	a (mm)	f (mm/r)	T (min)
	WIDIA	ISO							
6	TTF	P 01	0,22	0,21	0,11	350	1-4	0,1-0,4	6-60
	TTX ✓	P10	0,22	0,26	0,11	298	1-10	0,1-1,0	6-100
	TTS	P 20	0,22	0,34	0,12	226	1-12	0,15-1,2	6-100
	TTR	P 30-40	0,22	0,43	0,43	171	1-16	0,2-1,2	6-100
	TG/TN	P10-30	0,19	0,28	0,11	306	1-10	0,15-1,0	6-30
	TR	P10-40	0,19	0,42	0,12	211	2-16	0,2-1,2	6-30
7	TTF	P 01	0,19	0,24	0,11	280	1-4	0,1-0,4	6-60
	TTX	P 10	0,19	0,29	0,11	237	1-10	0,1-1,0	6-100
	TTS	P 20	0,19	0,37	0,12	177	1-12	0,15-1,2	6-100
	TTR	P 30-40	0,19	0,46	0,14	137	1-16	0,2-1,2	6-100
	TG/TN	P10-30	0,16	0,31	0,11	234	1-10	0,15-1,0	6-30
	TR	P10-40	0,16	0,45	0,12	168	2-16	0,2-1,2	6-30
8	TTF	P 01	0,16	0,27	0,12	224	1-4	0,1-0,4	6-60
	TTX	P10	0,16	0,32	0,12	190	1-10	0,1-1,0	6-60
	TTS	P 20	0,16	0,40	0,13	142	1-12	0,15-1,0	6-60
	TTR	P 30-40	0,16	0,49	0,14	108	1-16	0,2-1,0	6-60
	TG/TN	P10-30	0,14	0,34	0,12	198	1-10	0,15-1,0	6-30
	TR	P10-40	0,14	0,48	0,13	133	1-16	0,15-1,0	6-30
12	THF	K 01	0,29	0,14	0,10	454	2-5	0,1-0,5	6-80
	AT10	M10	0,29	0,19	0,11	408	2-12	0,1-1,0	6-80
	AT15/ THM	M20/ K 20	0,29	0,23	0,12	355	2-16	0,2-1,6	6-60
	TG/TN	M10-20	0,25	0,16	0,12	425	2-16	0,15-1,6	6-45

Catatan : Batasan keausan maximum untuk mencapai umur pahat adalah :

Jenis pahat	Keausan (VB = mm)	Jenis Pahat	Keausan (VB = mm)
TTF	0,2	THF	0,4
TTX	0,3-0,4	AT 10	0,5
TTS	0,4-0,5	AT 15/ THM	0,6
TTR	0,6	TG/TN	0,6
TG/TN	0,3-0,4		
TR	0,3-0,4		

Gaya Potong Spesifik Referensi dalam Proses Mengefreis.

Jenis Benda Kerja	Klasifikasi DIN	Kekuatan UTS, N/mm ²	$k_{s1.1} \left(\frac{N}{mm^2} \right)^*$	p
<u>Baja Struktur :</u> (Structural Steels)	St 50	520	1990	0,25
	St 60	620	2110	0,16
<u>Baja Mampu Laku Panas :</u> (Heat treatable Steels)	Ck 45	670	2220	0,14
	Ck 60	770	2130	0,17
<u>Baja Sementasi :</u> (Cementation Steels)	16 Mn Cr 5	770	2100	0,27
	18 Cr Ni 6	630	2260	0,30
	42 Cr Mo 4	730	2500	0,26
	34 Cr Mo 4	600	2240	0,21
	50 Cr V 4	600	2220	0,27
	EC Mo 80	590	2290	0,17
<u>Baja Perkakas Panas :</u> (Hot Work Tool Steels)	55 Ni Cr Mo V 6			
	- annealed	940	1740	0,25
	- treated	(352 BHN)	1920	0,24
<u>Baja Perkakas Ekstrusi :</u> (Cold Extrusion T. S)	210 Cr 46	-	2100	0,26
	34 Cr 4	-	2100	0,26
<u>Besi Tuang :</u> (Cast Iron)	GG 26	(200 BHN)	1160	0,26
	GG 30		1100	0,26

* Dari tabel ini dapat diturunkan korelasi antara gaya potong spesifik referensi dengan kekuatan tarik (tidak termasuk material kondisi annealed), yaitu :

$$k_{s1.1} = 939 \sigma_u^{0.13}$$

Untuk material dengan kekuatan tarik sekitar 600 N/mm² (harga tengah) diperkirakan dari rumus korelasi tersebut akan mempunyai gaya potong spesifik referensi sebesar 2157 N/mm². Dari tabel 8.1, gaya potong spesifik referensi dalam proses membubut dapat dihitung dengan rumus korelasi bahwa untuk material dengan kekuatan tarik 600 N/mm² akan mempunyai gaya potong spesifik referensi sebesar = 1536 N/mm². Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa

$$k_{s1.1} \text{ mengefreis} = 1,40 k_{s1.1} \text{ membubut.}$$

Hubungan antara kekuatan tarik dengan kekerasan baja.

σ_u N/mm ²	kekerasan				σ_u N/mm ²	kekerasan			
	Brinnel HB	Vickers HV	Rockwell HRB HRC			Brinnel HB	Vickers HV	Rockwell HRB HRC	
285	86	90			1190	352	370		37,7
320	95	100	56,2		1220	361	380		38,8
350	105	110	62,3		1255	371	390		39,8
385	114	120	66,7		1290	380	400		40,8
415	124	130	71,2		1320	390	410		42,7
450	133	140	75,0		1350	399	420		43,6
480	143	150	78,7		1385	409	430		43,6
510	152	160	81,7		1420	418	440		44,5
545	162	170	85,0		1455	428	450		45,3
575	171	180	87,1		1485	437	460		46,1
610	181	190	89,5		1520	447	470		46,9
640	190	200	91,5		1555	456	480		47,7
675	199	210	93,5		1595	466	490		48,4
705	209	220	95,0		1630	475	500		49,1
740	219	230	96,7		1665	475	510		49,8
770	228	240	98,1		1700	494	520		50,5
800	238	250	115,1		1740	504	530		51,1
820	242	255		23,1	1775	513	540		51,7
850	252	265		24,8	1810	523	550		52,3
880	261	275		26,4	1845	532	560		53,0
900	266	280		27,1	1880	542	570		53,6
930	276	290		28,5	1920	551	580		54,1
950	280	295		29,2	1955	561	590		54,7
995	295	310		31,0	1995	570	600		55,2
1030	304	320		32,2	2030	580	610		55,7
1060	314	330		33,3	2070	589	620		56,3
1095	323	340		34,4	2105	599	630		56,8
1125	333	350		35,5	2145	608	640		57,3
1155	342	360		36,6	2180	618	650		57,8

orelasi antara kekuatan tarik dengan kekerasan adalah sebagaiberikut : $\sigma_u = 2.93 \text{ HB}^{1.03}$

Contoh harga eksponen n, p, m, dan konstanta C_{TVB} *

Benda Kerja (Standar DIN)	Kekerasan (HB)	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Pahat (ISO)	n	p	m	C_{TVB} (m/min) untuk $\kappa_r =$		
							90°	75°**	45°***
Baja : St 50		500	P 10	0,27	0,26	0,45	522	625	650
St 70		500.s/d 700		0,28	0,26	0,45	434	520	540
St 90		700.s/d 900		0,30	0,29	0,45	324	435	450
Besi Tuang	< 200	-	K 10	0,23	0,15	0,45	245	262	271
Kelabu =	200 s/d 250	-		0,23	0,19	0,45	180	193	200
Baja Paduan :									
25 Cr Mo 4	210 s/d 270	700 s/d 900	P 30	0,26	0,38	0,45	140	187	194
42 Cr Mo 4	270 s/d 330	900 s/d 1100		0,30	0,50	0,45	127	170	176
Stainless Steel :									
X 22 Cr Ni 17	240 s/d 320	800 s/d 1000	P 30	0,20	0,10	0,60	168	226	235
X 5 Cr Ni 18-9	150 s/d 200	500 s/d 700		0,25	0,36	0,45	176	236	245
X 5 Cr Ni Mo 18-2	150 s/d 200	500 s/d 700		0,25	0,41	0,45	182	244	255

* Untuk Rumus Umur Pahat Taylor : $v T^n = C_{TVB} V B^m h^{-p} b^{-q}$

** Rata-rata terhadap harga pada $\kappa_r = 90^\circ$ berharga lebih tinggi sebesar 20%

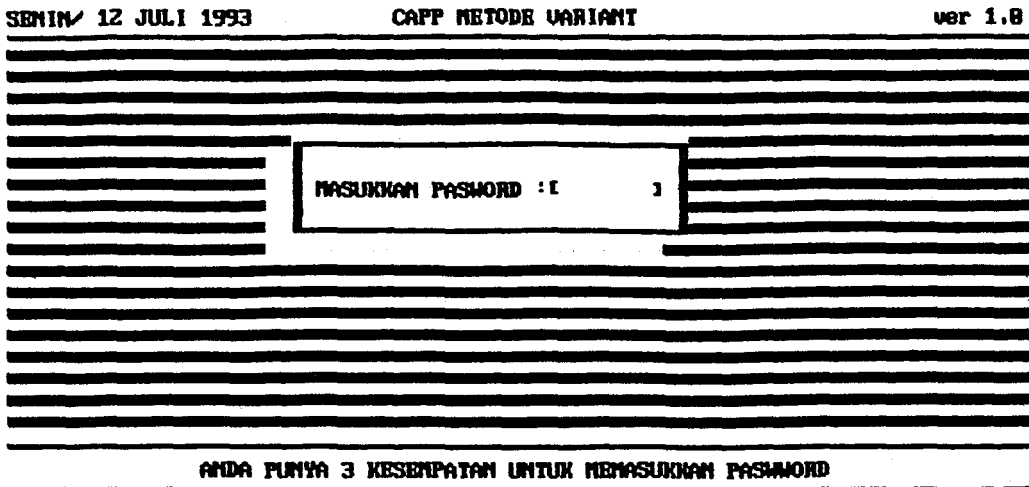
*** Rata-rata terhadap harga pada $\kappa_r = 90^\circ$ berharga lebih tinggi sebesar 30%

Klasifikasi benda kerja untuk proses pemesinan.

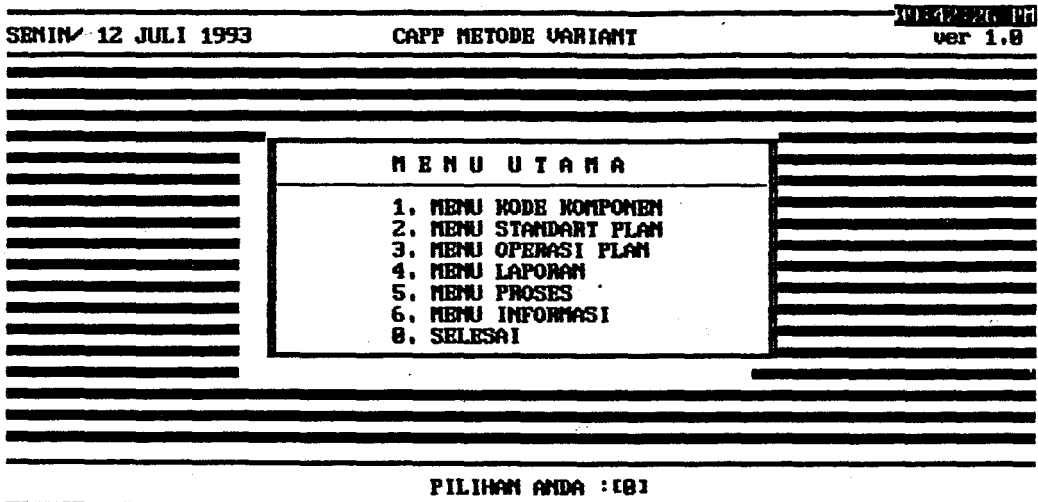
BENDA KERJA	HB	Ks1.1	σ_u	GROUP
St-30	90	1190	300	8
St-50	145	1435	500	8
St-70	205	1625	700	7
St-90	265	1785	900	6
Ck-45	250	1740	840	6
Ck-53	220	1650	740	6
Ck-55	250	1740	840	7
Cm-55	250	1740	840	7
Cf-53	280	1820	950	8
47CrNiMo14	110	1545	610	6
41NiCr14	180	1545	610	7
20MoCr4	150	1445	510	6
41CrAlMo7	250	1740	840	6
x40CrMoV51	210	1630	705	7
x32CrMoV33	210	1630	705	7
55NiCrMoV6	220	1650	740	8
41Cr4	220	1650	740	6
C80W1	180	1545	610	6
C105W1	190	1575	640	6
S6-5-2	240	1725	820	8
St-40	120	1320	400	8
St-60	180	1535	600	7
St-80	240	1710	800	6
Ck-60	225	1685	770	6
16MnCr5	225	1685	770	6
18CrNi6	185	1565	630	7
42CrMo4	215	1650	730	7
34CrMo4	180	1535	600	7
50CrV4	180	1535	600	7
ECMo80	185	1535	590	7

GROUP	PAHAT	n	p	q	C
6	P-01	0.22	0.21	0.11	350
	P-10	0.22	0.26	0.11	298
	P-20	0.22	0.34	0.12	226
	P 30-40	0.22	0.43	0.13	171
	P 10-30	0.19	0.28	0.11	306
	P 10-40	0.19	0.42	0.12	211
	P-15	0.22	0.30	0.12	260
	P-30	0.22	0.48	0.13	200
	CT515	0.22	0.26	0.11	298
	S1P	0.22	0.26	0.11	298
	GC415	0.22	0.28	0.11	306
	GC425	0.19	0.34	0.11	253
	GC435	0.19	0.43	0.12	205
	GC015	0.19	0.28	0.11	306
	GC1025	0.19	0.34	0.11	253
	GC135	0.22	0.43	0.13	170
S6	0.22	0.44	0.14	175	
7	P-01	0.19	0.24	0.11	280
	P-10	0.19	0.29	0.12	237
	P-20	0.19	0.37	0.12	177
	P 30-40	0.19	0.46	0.14	137
	P 10-30	0.16	0.31	0.11	234
	P 10-40	0.16	0.45	0.12	168
	P-15	0.19	0.33	0.13	207
	P-30	0.19	0.41	0.14	150
	CT515	0.19	0.29	0.11	237
	S1P	0.19	0.29	0.11	237
	GC415	0.19	0.31	0.11	234
	GC425	0.16	0.38	0.12	201
	GC435	0.16	0.46	0.12	160
	GC015	0.16	0.31	0.11	234
	GC1025	0.16	0.38	0.12	201
	GC135	0.19	0.46	0.14	135
S6	0.19	0.47	0.15	140	

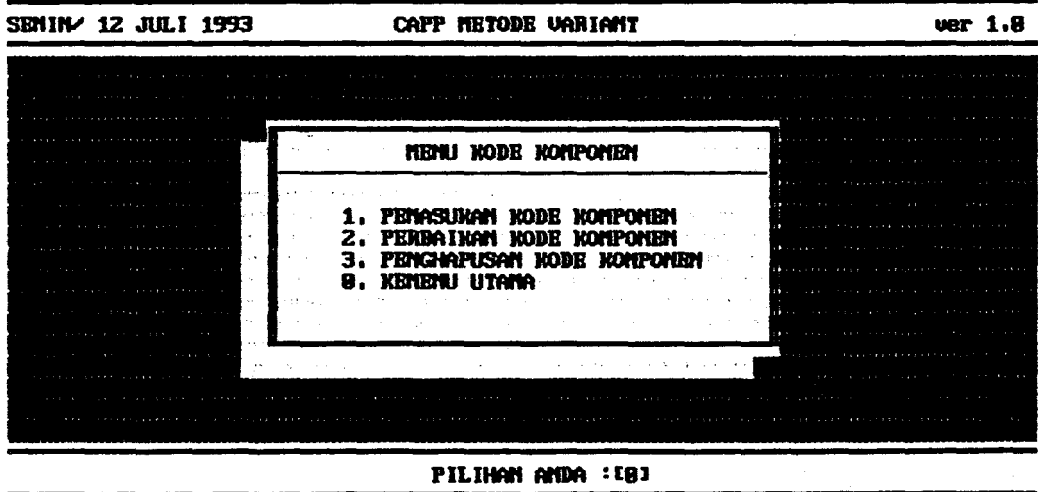
GROUP	PAHAT.	n	p	q	C
8	P-01	0.16	0.27	0.12	224
	P-10	0.16	0.32	0.12	190
	P-20	0.16	0.40	0.13	142
	P 30-40	0.16	0.49	0.14	108
	P 10-30	0.14	0.34	0.12	198
	P 10-40	0.14	0.48	0.13	133
	P-15	0.16	0.36	0.13	166
	P-30	0.16	0.45	0.14	125
	CT515	0.16	0.32	0.12	190
	S1P	0.16	0.32	0.12	190
	GC415	0.16	0.34	0.12	198
	GC425	0.14	0.35	0.13	155
	GC435	0.14	0.48	0.13	130
	GC015	0.14	0.34	0.12	198
	GC1025	0.14	0.40	0.13	155
	GC135	0.16	0.49	0.14	105
	S6	0.16	0.50	0.15	110



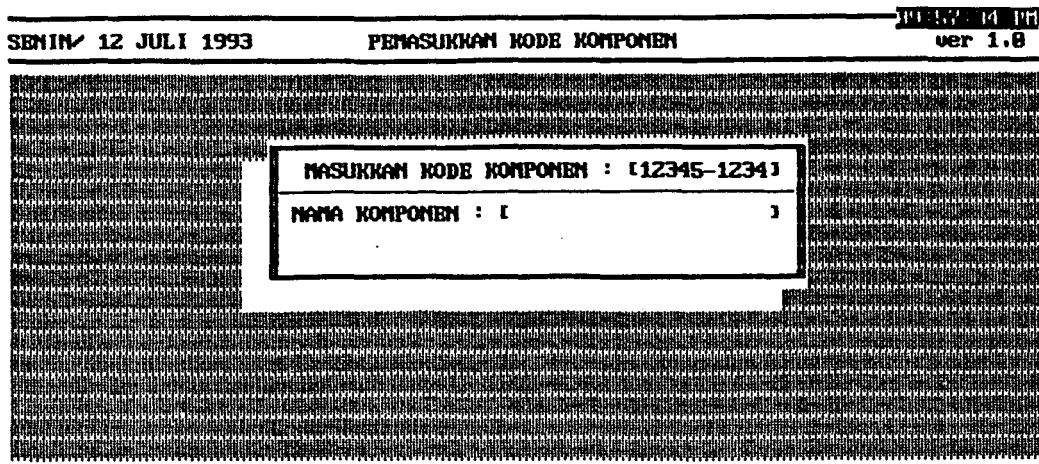
Gambar 4.1 Pemasukkan pasword pada CAPP metode variant



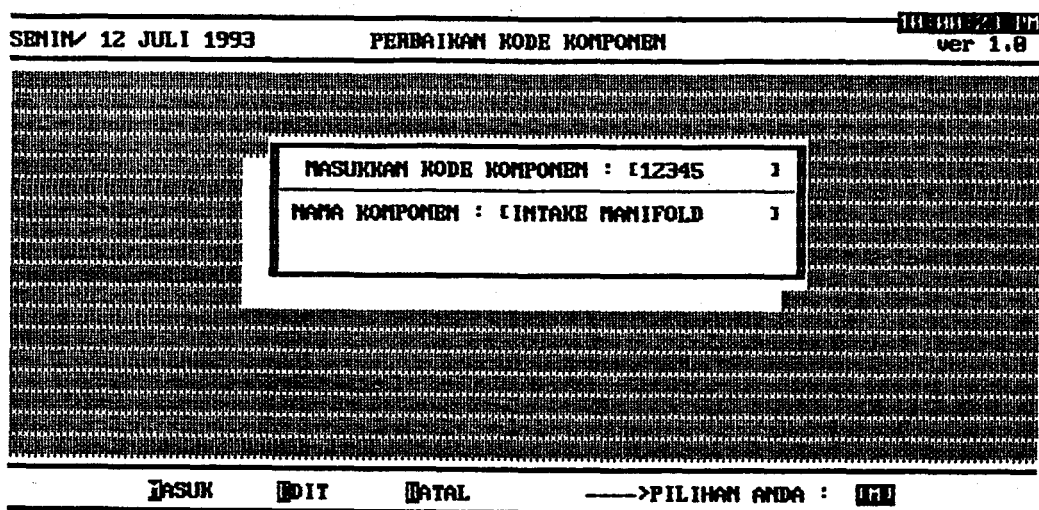
Gambar 4.2 Menu utama CAPP metode variant



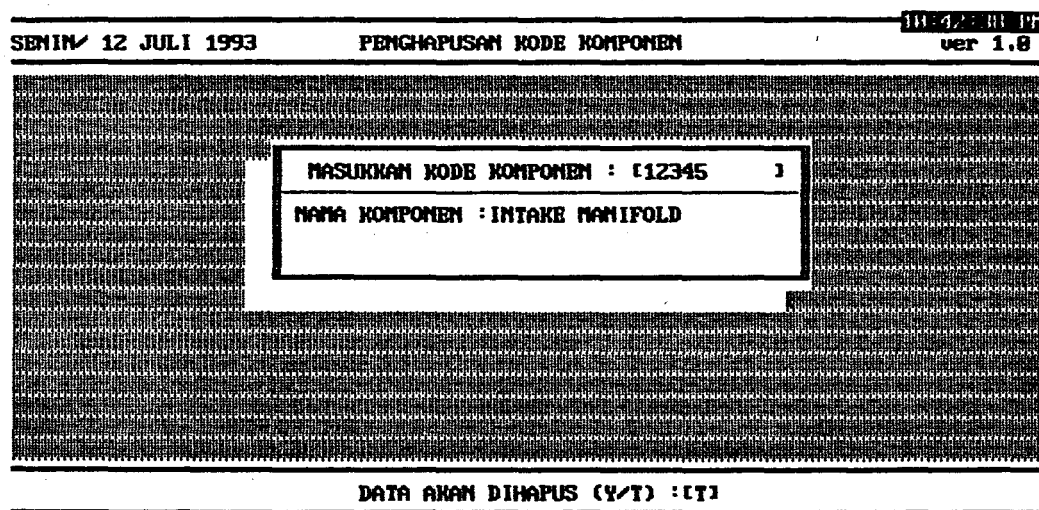
Gambar 4.3 Menu kode komponen



Gambar 4.4 Pemasukkan kode komponen



Gambar 4.5 Perbaikan kode komponen



Gambar 4.6 Penghapusan kode komponen

SENIN/ 12 JULI 1993

PENGHAPUSAN ALIRAN PEMBUATAN

ver 1.8

MASUKKAN KODE KOMPONEN : [12345]
MASUKKAN KODE ALIRAN : [81]
NAMA ALIRAN : FACING, DRILLING
NAMA MESIN : UMC 45
KETERANGAN : SURFACE A

DATA AKAN DIHAPUS (Y/T) : [Y]

Gambar 4.10 Penghapusan standart plan

SENIN/ 12 JULI 1993

CAPP METODE VARIANT

ver 1.8

MENU OPERASI PLAN	
1.	PENASUKAN OPERASI PLAN
2.	PENBAIHAN OPERASI PLAN
3.	PENGHAPUSAN OPERASI PLAN
0.	KEMENU UTAMA

PILIHAN ANDA : [0]

Gambar 4.11 Menu operasi plan

SENIN/ 12 JULI 1993

PENASUKAN OPERASI PLAN

ver 1.8

MASUKKAN KODE KOMPONEN : [12345-1234]			
MASUKKAN KODE ALIRAN : [81]			
MASUKKAN KODE OPERASI : [1-1]			
PROSES OPERASI	:	[]
KECEPATAN POTONG mm/min	:	[8]
PUTARAN rpm	:	[8]
PEPAKAMAN mm/min	:	[8]
KEDALAMAN POTONG mm	:	[8.00]
JARAK POTONG mm	:	[8]
WAKTU POTONG min	:	[8.00]
TAMBAHAN WAKTU min	:	[8.00]
KETERANGAN	:	[]

[MASUK] [EDIT] [BATAL] —————>PILIHAN ANDA : [1]

Gambar 4.12 Pemasukkan operasi plan

SENIN/ 12 JULI 1993 PERBAIKAN OPERASI PLAN 11:41:41 AM
ver 1.8

MASUKKAN KODE KOMPONEN	:	{12345 }
MASUKKAN KODE ALIRAN	:	{01}
MASUKKAN KODE PROSES	:	{1-1 }
PROSES OPERASI	:	{FACING(R) }
KECEPATAN POTONG mm/min	:	{ 300 }
PUTARAN rpm	:	{ 960 }
PENAKANAN mm/min	:	{ 1200 }
KEDALAMAN POTONG mm	:	{ 3.00 }
JARAK POTONG mm	:	{ 570 }
WAKTU POTONG min	:	{ 2.11 }
TAMBAHAN WAKTU min	:	{ 0.60 }
KETERANGAN	:	{SURFACE A }

ASUK
 DIT
 ATAL
 -> PILIHAN ANDA :

Gambar 4.13 Perbaikan operasi plan

SENIN/ 12 JULI 1993 PENGHAPUSAN OPERASI PLAN 11:43:41 AM
ver 1.8

MASUKKAN KODE KOMPONEN	:	{12345 }
MASUKKAN KODE ALIRAN	:	{01}
MASUKKAN KODE OPERASI	:	{1-1 }
PROSES OPERASI	:	{FACING(R) }
KECEPATAN POTONG mm/min	:	{300 }
PUTARAN rpm	:	{960 }
PENAKANAN mm/min	:	{1200 }
KEDALAMAN POTONG mm	:	{3.00 }
JARAK POTONG mm	:	{570 }
WAKTU POTONG min	:	{2.11 }
TAMBAHAN WAKTU min	:	{0.60 }
KETERANGAN	:	{SURFACE A }

DATA AKAN DIHAPUS (Y/T) : {T}

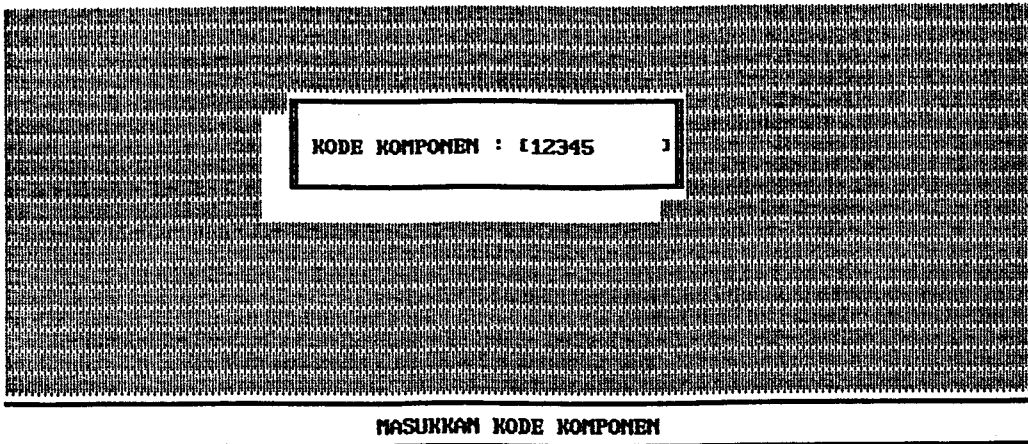
Gambar 4.14 Penghapusan operasi plan

SENIN/ 12 JULI 1993 CAPP METODE VARIANT ver 1.0

MENU LAPORAN	
1.	LAPORAN KODE KOMPONEN
2.	LAPORAN STANDART PLAN DI LAYAR
3.	LAPORAN OPERASI PLAN DI LAYAR
4.	LAPORAN STANDART PLAN DI PRINTER
5.	LAPORAN OPERASI PLAN DI PRINTER
0.	KEMENU UTAMA

PILIHAN ANDA : {0}

Gambar 4.15 Menu laporan



Gambar 4.19 Pemasukkan kode untuk operasi plan

PT APLIKASI METRIKA
JL TENGGILIS TENGAH 4/18
SURABAYA, PHONE:816624
LAPORAN OPERASI PLAN

KODE KOMPONEN : 12345
NAMA KOMPONEN : INTAKE MANIFOLD HAL : 1

KODE OPERASI	U m/min	N rpm	F m/min	A mm	L mm	TC min	AD min	T min	KETERANGAN
KODE ALIRAN : 81									
1-1 FACING(R)	300	960	1200	3.0	570	2.11	0.60		SURFACE A
1-2 CENTERING	75	1200	160	0.0	70	0.42	0.60		SURFACE A
1-3 DRILLING	60	2250	225	0.0	60	0.27	0.60		SURFACE A
1-5 FACING(F)	400	1275	1600	0.5	570	0.37	0.60		SURFACE A
1-4 DRILLING	60	2125	215	0.0	150	0.70	0.60		SURFACE A
SUBTOTAL :						3.0	3.00		
KODE ALIRAN : 82									
2-1 FACING(R)	60	650	130	3.0	150	1.16	0.60		SURFACE B-C-D
2-2 CENTERING	75	1200	160	0.0	320	1.90	0.60		SURFACE B-C-D

Gambar 4.20 Laporan operasi plan

PT APLIKASI METRIKA
JL TENGGILIS TENGAH 4/18
SURABAYA, PHONE:816624
LAPORAN OPERASI PLAN

KODE KOMPONEN : 12345
NAMA KOMPONEN : INTAKE MANIFOLD HAL : 9

KODE OPERASI	U m/min	N rpm	F m/min	A mm	L mm	TC min	AD min	T min	KETERANGAN
KODE ALIRAN : 10									
10-1 WASHING	0	0	0	0.0	0	0.00	0.00		-
SUBTOTAL :						0.0	0.00		
TOTAL WAKTU :						29.6	34.00		

TEKAN ENTER UNTUK KEMBALI KE MENU ()

Gambar 4.21 Laporan operasi plan

10:04:46 AM
ver 1.0

SENIN/ 12 JULI 1993 CAPP METODE VARIANT

MENU PROSES PEMESINAN

1. PROSES MEMBUBUT
2. PROSES DRILING
3. PROSES MILLING
0. KEMENU UTAMA

PILIHAN ANDA : [0]

Gambar 4.22 Menu proses pemesinan

10:04:47 AM
ver 1.0

SENIN/ 12 JULI 1993 PERHITUNGAN BUBUT Caps

MATERIAL	:	[ST-70]			
JENIS PAHAT	:	[P-10]			
DIAMETER MULA	:	[150.00]			
DIAMETER AKHIR	:	[146.00]			
PEMAKANAN	:	[0.5]			
PUTARAN	:	[350.0]			
PANJANG PEMESINAN	:	[150.0]			

KECEPATAN POTONG	m/min :	162.65	WAKTU POTONG	min :	8.06
KEDALAMAN POTONG	mm :	2.00	GAYA POTONG	N :	6500.00
KECEPATAN MAKAN	mm/min :	175.00	DAYA POTONG	kw :	17.62
PENGHASILAN GERAM	cm ³ /min :	162.65	UMUR PAHAT	min :	13.48

MASUKKAN KODE KOMPONEN : [78657]

MASUKKAN KODE ALIRAN : [01]

MASUKKAN KODE OPERASI : [1-1]

APAKAH INGIN DISIMPAM Y/T : [Y]

Gambar 4.23 Perhitungan proses bubut

10:13:05 AM
ver 1.0

SENIN/ 12 JULI 1993 PERHITUNGAN DRILLING Caps

MATERIAL	:	[1020-C22]	PEMAKANAN	mm/rev :	[0.25]
JENIS PAHAT	:	[P-01]	PUTARAN	rpm :	[1225.00]
GRUP MATERIAL	:	[0]	PANJANG PEMESINAN	mm :	[75.00]
DIAMETER DRILL	mm :	[26.00]			

KECEPATAN POTONG	m/min :	100.00	PENGHASILAN GERAM	cm ³ /min :	162.59
KECEPATAN MAKAN	mm/min :	306.25	MOMEN PUNTIR	N-mm :	64040.65
KEDALAMAN POTONG	mm :	13.00	GAYA TEKAN	N :	5070.30
WAKTU POTONG	min :	0.24	DAYA POTONG	kw :	0.21
UMUR PAHAT	min :	234.05			

MASUKKAN KODE KOMPONEN : [78657]

MASUKKAN KODE ALIRAN : [02]

MASUKKAN KODE OPERASI : [1-2]

APAKAH INGIN DISIMPAM Y/T : [Y]

Gambar 4.24 Perhitungan proses drilling

Caps 10:16:10 AM
ver 1.0

SEMIN/ 12 JULI 1993 PERHITUNGAN FACE MILLING

MATERIAL : [ST-50]] KEDALAMAN POTONG mm : [3.00]
 JENIS PAHAT : [P-10]] KECEPATAN MAKAN mm/min : [150.00]
 GRUP MATERIAL : [8]] PUTARAN rpm : [100.00]
 DIAMETER PAHAT mm : [360.00]] PANJANG PEMESINAN mm : [100.00]
 JUMLAH GIGI buah : [12.00]] LEBAR PEMESINAN mm : [50.00]

KECEPATAN POTONG m/min : 113.04 GAYA TANGENSIAL MAKS N : 1255.03
 PEMAKANAN PERGIGI mm/gi : 0.1250 DAYA POTONG MAKS kW : 2.36
 WAKTU POTONG min : 0.67 UMUR PAHAT min : 720.05
 PEMBUANGAN GERAM cm³/min : 22.50

MASUKKAN KODE KOMPONEN : [78657]]
 MASUKKAN KODE ALIRAN : [03]]
 MASUKKAN KODE OPERASI : [1-1]]

APAKAH INGIN DISIMPAM Y/T : [Y]

Gambar 4.25 Perhitungan proses face milling

10:20:57 PM
ver 1.0

SEMIN/ 12 JULI 1993 CAPP METODE VARIANT

MENU INFORMASI DATA

1. KLASIFIKASI PAHAT KARBIDA
2. KLASIFIKASI BENDA UNTUK BUBUT
3. KLASIFIKASI BENDA UNTUK DRILLING
4. KLASIFIKASI BENDA UNTUK FACE MILLING
0. KEMENU UTAMA

PILIHAN ANDA : [0]

Gambar 4.26 Menu informasi data

10:31:47 PM

KLASIFIKASI PAHAT KARBIDA

GRUP	PAHAT	n	p	q	C
6	P-01	0.22	0.21	0.11	358
6	P-10	0.22	0.26	0.11	298
6	P-20	0.22	0.34	0.12	226
7	P-01	0.19	0.24	0.11	288
7	P-10	0.19	0.29	0.12	237
7	P-20	0.19	0.37	0.12	177
8	P-01	0.16	0.27	0.12	224
8	P-10	0.16	0.32	0.12	198
8	P-20	0.16	0.40	0.13	142
6	P 30-40	0.22	0.43	0.13	171
6	P 10-30	0.19	0.28	0.11	306
7	P 30-40	0.19	0.46	0.14	137
7	P 10-30	0.16	0.31	0.11	234
8	P 30-40	0.16	0.49	0.14	108
8	P 10-30	0.14	0.34	0.12	198
8	P 10-40	0.14	0.48	0.13	133
8	P 15	0.16	0.36	0.13	166

TERAM ENTER UNTUK KEMBALI KE MENU []

Gambar 4.27 Tampilan data base klasifikasi pahat karbida

10-11-95-10

KLASIFIKASI BENDA KERJA UNTUK BUBUT

BENDA KERJA	HB	KS11	SU	GRUP
ST-30	90	1190	300	8
ST-50	145	1435	500	8
ST-70	205	1625	500	7
ST-90	265	1785	900	6
ST-40	120	1320	400	8
ST-60	180	1535	600	7
ST-80	240	1710	800	6
CK-45	250	1740	840	6
CF-53	280	1820	950	8
CK-60	225	1685	770	6
42CrMo4	215	1650	730	7
50CrV4	180	1535	680	7

TEKAN ENTER UNTUK KEMBALI KE MENU []

Gambar 4.28 Tampilan data base klasifikasi benda kerja untuk bubut

10-11-95-10

KLASIFIKASI BENDA KERJA UNTUK DRILING

BAHAN	UNTUK NOMEN PUNTIR			UNTUK GAYA TEKAN				
	C1	X	Y	KD11	KD51	C2	H	N
1820-C22	536	1.8	0.70	4200	3259	575	1.00	0.70
1835-C35	620	1.8	0.70	4960	3770	605	1.00	0.70
1112-9S20	410	1.8	0.70	3200	2493	0	0.00	0.00
3150	745	1.8	0.70	5960	4530	720	1.00	0.70
BESI TUANG	300	1.7	0.60	2400	1602	376	1.00	0.60
KUNINGAN	115	1.9	0.73	920	817	187	1.00	0.60
ALUMINIUM	131	1.9	0.83	1040	920	200	1.20	1.10

TEKAN ENTER UNTUK KEMBALI KE MENU []

Gambar 4.29 Tampilan data base klasifikasi benda kerja untuk drilling

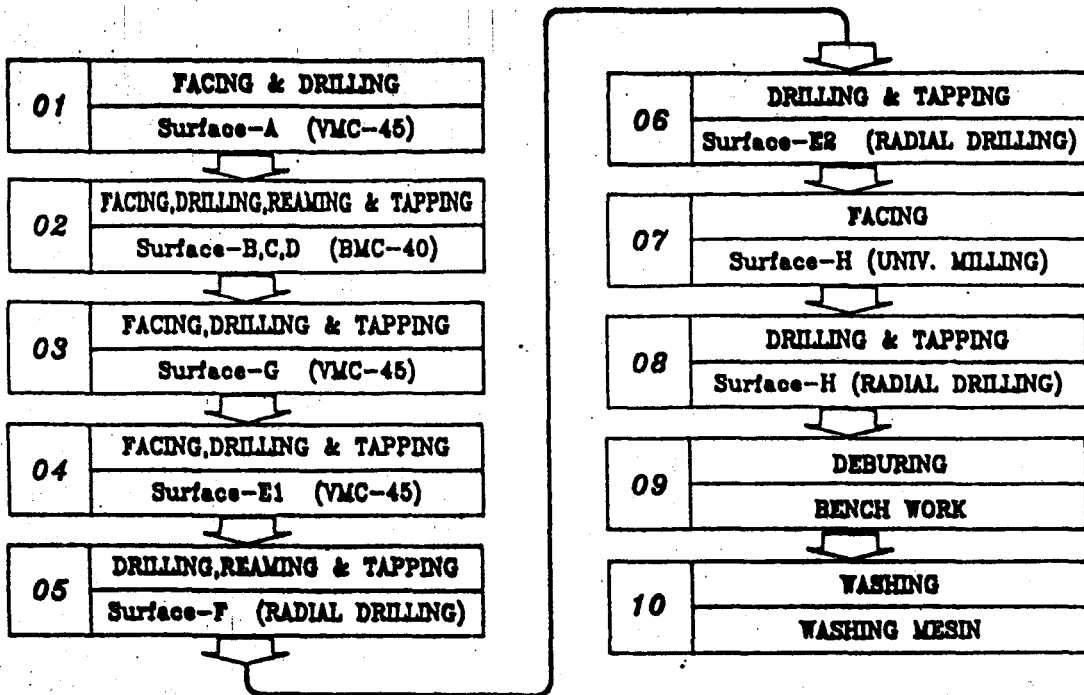
10-11-95-10

KLASIFIKASI BENDA KERJA UNTUK MILLING

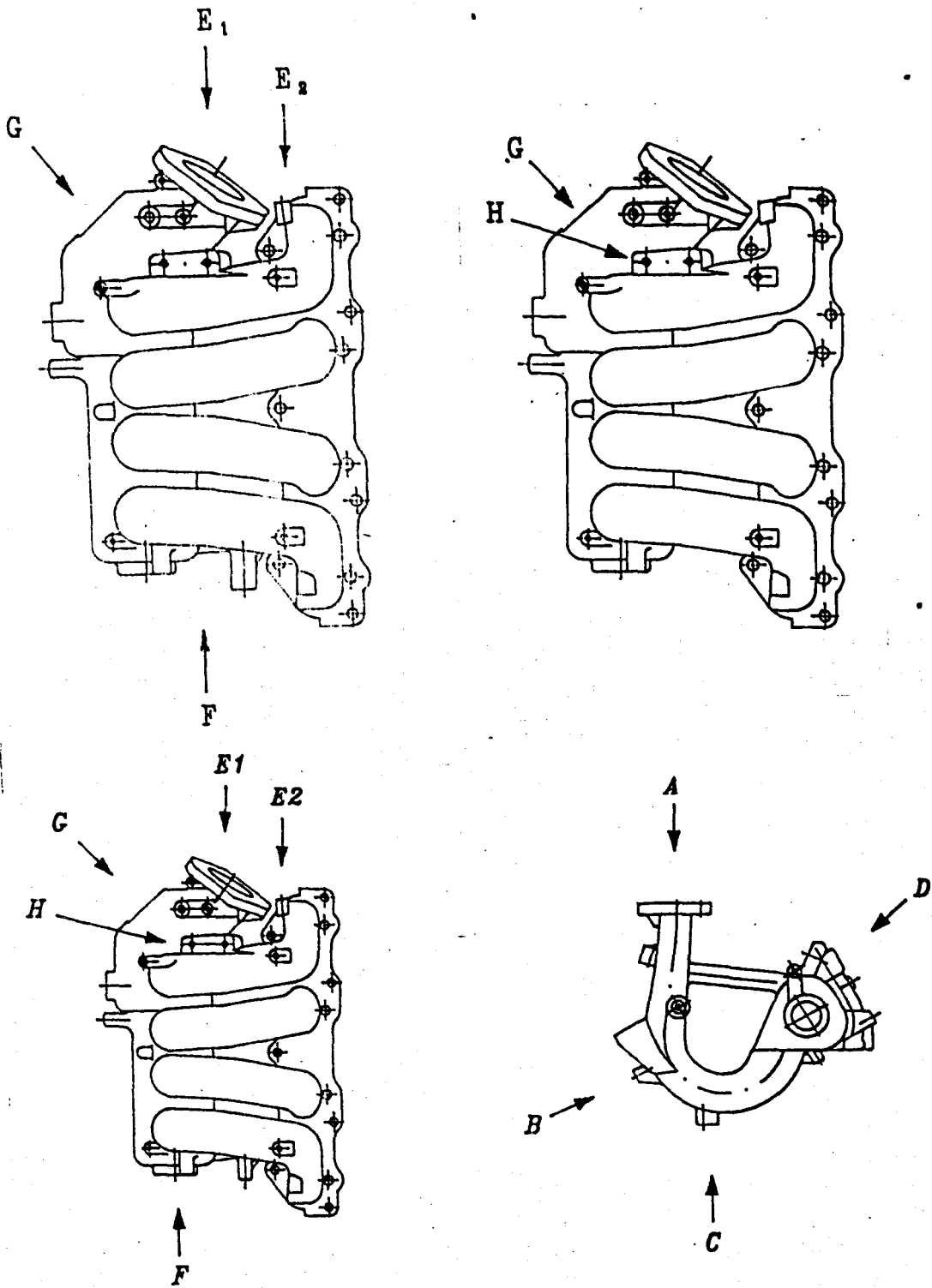
BAHAN	UTS(N/mm ²)	Ks11(N/mm ²)	P
ST-50	520	1990	0.25
ST-60	620	620	0.16
CK-45	670	2220	0.14
CK-60	770	2130	0.17
16MnCr5	770	2100	0.27
18CrNi16	630	2260	0.30
42CrMo4	600	2500	0.26
34CrMo4	600	2220	0.27
50CrV4	600	2220	0.27
BCMo00	590	2290	0.17
55NiCrMo06	940	1740	0.25

TEKAN ENTER UNTUK KEMBALI KE MENU []

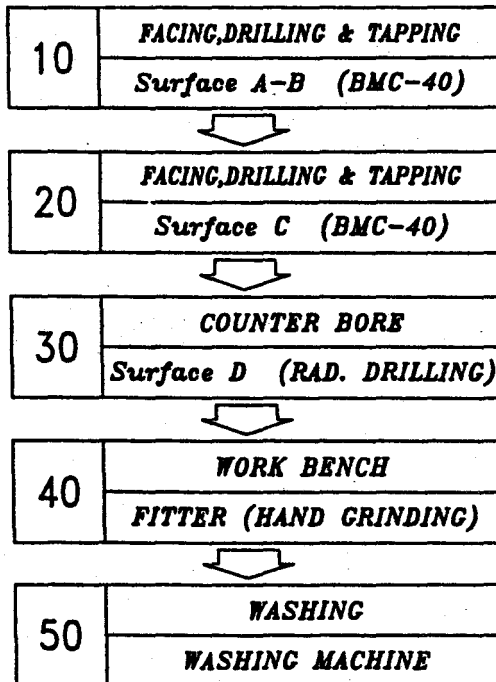
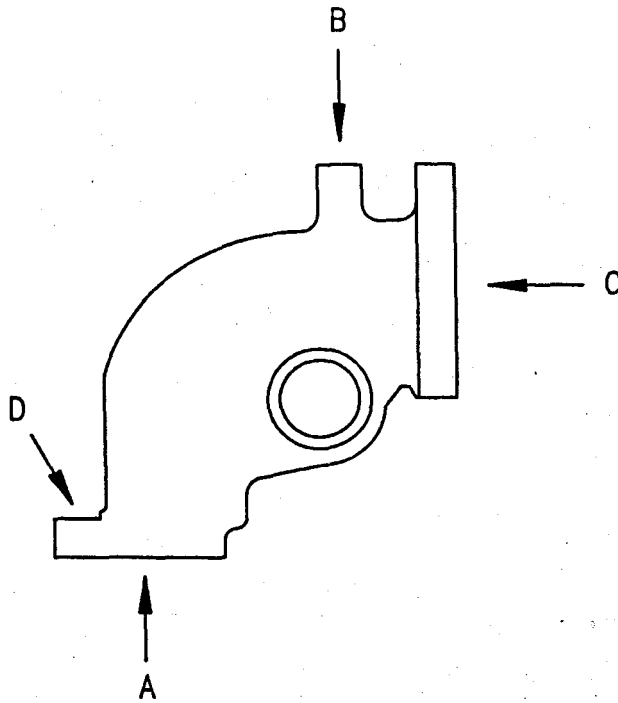
Gambar 4.30 Tampilan data base klasifikasi benda kerja untuk face milling



Gambar Aliran proses pembuatan Intake Manifold



Gambar Permukaan Intake Manifold yang mengalami proses Pemesinan



Gambar : Aliran proses pembuatan Exhaust Manifold dan permukaan yang mengalami proses pemesinan